

บทความวิจัย**การเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา
ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย****สุรพศ ไกรเกตุ และสุทธิกร อาภาณุกุล**

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 17 February 2023 / Revised: 21 February 2023 / Accepted: 31 August 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี จากการเลือกแบบเจาะจง จากการกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ด้วยวิธีการกำหนดกลุ่มแบบจับคู่ จากความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบคสควอท (Barbell Back Squat) ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว กลุ่มที่ 1 ฝึกคอนทราสต์ โดยการฝึกด้วยท่าบาร์เบล แบคสควอท ตามด้วยการฝึกท่าแบนแอสซิสเทด จัมพ์ สควอท (Band assisted jump squat) และกลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อน โดยการฝึกด้วยท่าบาร์เบล แบคสควอท ตามด้วยการฝึกท่าจัมพ์ สควอท (Jump Squat) ทั้งสองกลุ่มทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบ พลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบภายในกลุ่มโดยใช้สถิติ One-way

analysis of variance with repeated measures และ Kruskal-Wallis เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ตามวิธีของ Bonferroni และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Independent t-test และ Mann-Whitney test

ผลการวิจัย พบว่า (1) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังของกล้ามเนื้อ และความเร็ว แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังของกล้ามเนื้อ แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย การฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายได้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์

คำสำคัญ : การฝึกคอนทราสต์ / การฝึกเชิงซ้อน / พลังของกล้ามเนื้อขา / ความเร็ว / ความสามารถในการกระโดด

ORIGINAL ARTICLE

A COMPARISON OF CONTRAST VERSUS COMPLEX TRAINING ON LEG MUSCULAR
POWER, SPEED AND JUMPING PERFORMANCE IN MALE BASKETBALL PLAYERS

Surapot Kraiket and Suttikorn Apanukul

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 17 February 2023 / Revised: 21 February 2023 / Accepted: 31 August 2023

Abstract

Purpose This study aimed to investigate and compare contrast versus complex training on leg muscular power, speed and jumping performance in male basketball players.

Methods Thirty male basketball players, aged between 18- 25 years, from Chulalongkorn University were recruited. The participants, matched by relative strength, were randomly assigned into 2 groups (n= 15 each group). In the group 1, the participants performed a contrast training, while the group 2 performed a complex training, twice a week for 8 weeks. Before and after 8 - week of training, reactive strength index, peak power, peak vertical ground reaction force, peak velocity, speed 5-meter and 10-meter sprint test, vertical jump and one-step jump were determined. Data were analyzed using One-way analysis of variance with repeated measure and Kruskal-Wallis test and multiple comparison by the Bonferroni and Independent sample t-test and Mann-Whitney

test to determine the statistical significance level at p-value < .05.

Results (1) After 8 weeks of training, group 1 showed significant higher (p<.05) in relative strength, peak power, peak velocity, speed than before training. (2) After 8 weeks of training the group 2 showed significant higher (p<.05) in relative strength, peak power than before 8 weeks training (3) After 8 weeks of training, both group did not reach statistical significant in relative strength, peak power, peak velocity, speed and jumping performance

Conclusion A 8- week of contrast training, twice a week, is more effective for improving leg muscular power, speed and jumping performance in male basketball players. Hence, contrast training can be used for enhancing leg muscular performance.

Keyword: Contrast training / Complex training / Leg muscular power / Speed / Jumping performance

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาบาสเกตบอลได้เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอีกชนิดหนึ่งทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ กีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่มีเป้าหมายในการทำคะแนนที่ห่วงของฝั่งตรงข้าม โดยการยิงประตู การก้าวเท้ายิงประตู หรือแม้กระทั่งการยัดห่วง โดยที่อีกฝ่ายจะต้องพยายามป้องกันสกัดกั้นไม่ให้อีกฝ่ายสามารถทำคะแนนได้ ซึ่งเป็นการแข่งขันที่ต้องอาศัยความรวดเร็วในการเคลื่อนไหว ผู้เล่นจะมีช่วงที่เคลื่อนไหวร่างกายทั้งเกมรับและเกมรุกอยู่แทบจะตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นวิ่งด้วยความเร็วเพื่อเล่นในเกมรุกหรือเพื่อลงไปป้องกันฝ่ายตรงข้าม โดยทั่วไปนักกีฬาบาสเกตบอลจะมีการวิ่งด้วยความเร็วที่ระยะสั้นๆ 3 ถึง 10 เมตร ซึ่งใช้เวลาระหว่าง 0.5 ถึง 2 วินาที การวิ่งส่วนใหญ่จะน้อยกว่า 20 เมตร (Ben Abdelkrim et al., 2010; McInnes et al., 1995) และการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลมีความสำคัญอย่างมากในการแข่งขัน เพราะเป็นสมรรถภาพในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลที่สำคัญ ซึ่งโดยทั่วไปนักกีฬาบาสเกตบอลจะกระโดด 40 ถึง 50 ต่อเกม ไม่ว่าจะเป็นกระโดดเพื่อยิงประตูทั้ง 2 และ 3 คะแนน (Jump shot) การก้าวเท้ากระโดดยิงประตู (Lay-up shot) การกระโดดเพื่อแย่งบอล (Rebound) การกระโดดเพื่อป้องกันฝ่ายตรงข้าม (Block) รวมไปถึงการกระโดดยัดห่วง (Dunk) เพื่อทำคะแนน (Ben Abdelkrim et al., 2007) ซึ่งทักษะเหล่านี้ นักกีฬาต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวอย่างรวดเร็วและเกิดการสร้างแรงที่สูง ส่งผลพลังของกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการกระโดด (Jumping performance) และความเร็ว (Speed) ทำงานได้อย่างเต็มที่

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) เป็นรูปแบบการฝึกที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบันเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ เนื่องจากการฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆ กันภายในเวลาเดียวกัน โดยอาศัยคุณสมบัติการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เรียกว่า โฟสเฟอแอคทิเวชัน (Postactivation potentiation หรือ PAP) ผ่านกลไกของกระบวนการ ฟอสโฟรีเรชัน (Phosphorylation) ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่เกิดมายโอซินเรกูเลทอรีไลต์เชน (Myosin regulatory light chain) ซึ่งจะทำให้แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) มีความไวต่อแคลเซียมไอออนมากขึ้นและเพิ่มความตื่นตัวของแอลฟา มอเตอร์นิวรอน (Alpha motor neuron) ทำการตอบสนองของ เอช รีเฟล็กซ์ (H reflex) ใช้เวลาสั้นลงอีกด้วย รวมไปถึงการกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Hodgson et al., 2005) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการกระตุ้นให้ทำงานจากการทำงานก่อนหน้านี้ โดยรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนนั้นจะประกอบด้วยการเล่นแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักสูง (High resistance training หรือ High-load) โดยทั่วไปจะใช้ความหนักที่ 80-100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (%1RM) จำนวน 1-6 ครั้ง เพื่อระดมหน่วยยนต์กล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงาน และตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นการฝึกเพื่อให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้วตามด้วย หดตัวแบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาศัยกลไกของวงจรการเหยียด-สั้น (Stretch-shorten

cycle) ซึ่งจะกระตุ้นการทำงานของสเตรทซ์ รีเฟล็กซ์ (Stretch reflex) ที่เกิดขึ้นที่มัสเซล สปินเดิล (Muscle spindle) ที่ทำหน้าที่รับรู้การยืดของกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อมีการยืดตัวออกอย่างรวดเร็ว จะทำให้เกิดการรีเฟล็กซ์ (Reflex) โดยสั่งการให้กล้ามเนื้อมัดที่กำลังมีการยืดตัวออกเกิดการหดตัว (Agonist muscle) ขณะเดียวกันก็ยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม (Antagonist muscle) โดยการฝึกเชิงซ้อนจะต้องใช้ท่าฝึกที่เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน (Docherty et al., 2004; Ebben, 2002; Roden et al., 2014; Santos & Janeira, 2008; Scott et al., 2017)

ปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบการเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูงเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อ เรียกว่า การฝึกคอนทราสต์ (Contrast training) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับการฝึกเชิงซ้อน โดยมีการฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูง และตามด้วยการฝึกที่ช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะอาศัยคุณสมบัติของ PAP เหมือนกัน (Baker, 2001; Smilios et al., 2005)

ปัจจุบันยังมีการนำอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยพัฒนาการฝึกพลัยโอเมตริกให้เร็วขึ้นโดยใช้ยางยืด (Elastic band) โดยมีการฝึกโดยใช้แรงช่วยจากยางยืด คล้ายกับหลักการฝึกในการวิ่งลงเนิน (Overspeed) อาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เร็วกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเร็วในการวิ่ง และมีการใช้แรงเสริมจากยางยืดช่วยในการฝึกการกระโดดด้วยเช่นกัน ที่จะช่วยให้ลดระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น จึงทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้นกว่าเดิม (Anderson et al., 2008; Argus et al., 2011) Tran, Brown, Coburn, Lynn, Dabbs, Schick และคณะ

(2011) ได้สรุปไว้ว่า การฝึกแบบมีแรงช่วยจะสามารถช่วยเพิ่มความเร็วในช่วงออกตัว (Take-off Velocity; TOV) และพลังของกล้ามเนื้อที่จะส่งผลความสูงในการกระโดดได้ดีขึ้น จึงสรุปได้ว่าการใช้แรงช่วยในการกระโดดจะช่วยเพิ่มความสูงในการกระโดดและ TOV ได้เป็นอย่างดีและยังสามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Sheppard et al., 2011; Tran et al., 2011)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบการฝึกเชิงซ้อน และการฝึกคอนทราสต์ (Contrast training) เป็นรูปแบบการฝึกที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ และยังสามารถรักษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไว้ได้ โดยรูปแบบการฝึกทั้งสองนี้มีความคล้ายคลึงกัน โดยอาศัยหลักการโพสต์แอคทีเวชัน โฟเทนทิเอชัน ด้วยการใช้ความหนักสูงในการฝึกด้วยแรงต้านกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ และตามด้วยรูปแบบการฝึกที่ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ (การฝึกพลัยโอเมตริกในการฝึกเชิงซ้อน และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบใช้อุปกรณ์ช่วยในการฝึกคอนทราสต์) นอกจากนี้จากการศึกษายังพบอีกว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่นำเอาการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักสูงร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้ยางยืดช่วยในการกระโดดในการฝึก ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนที่มีรูปแบบการฝึกที่คล้ายกัน แต่น่าจะส่งผลต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยในการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬา บาสเกตบอลชาย

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬา บาสเกตบอลชาย

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อน ส่งผลต่อการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายมากขึ้น

2. การฝึกคอนทราสต์ และการฝึกเชิงซ้อน สามารถเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลชายได้แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่ไม่มีโรคประจำตัว จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 26 คน จากการกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผ่านการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ย่อตัวให้เข้าท่ามัม 110 องศา ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว และเพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างอีก

กลุ่มละ 2 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน หลังจากนั้นแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกคอนทราสต์ กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกเชิงซ้อน

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี มีประสบการณ์การเล่นกีฬาบาสเกตบอลไม่ต่ำกว่า 2 ปี และมีการฝึกซ้อมกับชมรมบาสเกตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นประจำ

2. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหอบหืด และโรคความดันโลหิตสูง

3. ผู้เข้าร่วมทุกคนต้องกรอกข้อมูล ในแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q โดยต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ

4. ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย เช่น อาการกล้ามเนื้อหลัง สะโพก เข่า หรือข้อเท้า

5. ผ่านเกณฑ์การทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) 110 องศา แล้วเหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

6. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ และยินดียินยอมในใบยินยอมเพื่อเข้าการวิจัย

7. จะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยโครงการอื่นที่

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจาก การวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บปวด หรือมีอาการเจ็บป่วยจากโรคโควิด-19 เป็นต้น

2. ไม่ได้เข้าร่วมการฝึก 4 ครั้ง ของช่วงระยะเวลาการฝึก (ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 16 ครั้ง)

3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างโปรแกรมการฝึกคอนทราสต์และโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน

2. ทำการสร้างโปรแกรมฝึกให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องเรียบร้อย

3. นำโปรแกรมให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน โดยเป็นอาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านกีฬาบาสเกตบอล 2 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโปรแกรม โดยวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบฝึก (Item Objective Congruence; IOC) ค่า IOC ที่ได้ 0.97

4. นำโปรแกรมการฝึกคอนทราสต์ และโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน เสนอเพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

5. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล โดยขออนุญาตใช้สถานที่ อุปกรณ์ และกำหนดวันเวลาในการเก็บข้อมูล

6. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเชิญชวนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยประสานงานกับผู้ฝึกสอนกีฬาบาสเกตบอล อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมบาสเกตบอล และประธานชมรมกีฬาบาสเกตบอล จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย เพื่อชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยต่อกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอม และกลุ่มตัวอย่างต้องผ่านแบบสอบถามสุขภาพทุกข้อ

7. จัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก (ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) และสถานที่ในการทดสอบ (ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีการชี้แจงขั้นตอนทดสอบอย่างละเอียดกับกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงการปฏิบัติก่อนวันเข้ารับการทดสอบ ดังนี้

7.1) นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพออย่างน้อยวันละ 8-10 ชั่วโมง การพักผ่อนให้เพียงพอ จะช่วยลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ เพื่อให้พร้อมในการทำการทดสอบ

7.2) ดื่มน้ำให้เพียงพอวันละ 6-8 แก้ว

7.3) หลีกเลี่ยงอาหารที่แตกต่างจากอาหารปกติที่เคยกินเป็นประจำ

8. ผู้วิจัยทำการคัดกรอง โดยเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อ ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Body composition analyzer) โดยให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้า ยืนตัวตรงบนเครื่องสำหรับวัดองค์ประกอบของร่างกาย หน้ามองตรง โดยหน่วยชั่งน้ำหนักเป็นกิโลกรัม (Kilogram; Kg) และส่วนสูงหน่วยเป็นเซนติเมตร (Centimeter; cm) ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) จากนั้นกลุ่ม

ตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย เพื่อเตรียมทดสอบหาความแข็งแรงสัมพันธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ให้เข้าท่ามัม 110 องศา ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว โดยผู้ทดสอบจะปฏิบัติจนไม่สามารถยกน้ำหนักในครั้งที่ 4 ได้ ถ้าหากกลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้เกิน 4 ครั้ง ให้ทำการหยุดพักประมาณ 3-5 นาที ต่อเซต และพร้อมที่จะทำการยกน้ำหนักในครั้งต่อไปด้วยความหนักที่หนักขึ้น และนำน้ำหนักที่ทำได้มากที่สุดไม่เกิน 4 ครั้ง ไปเปรียบเทียบกับตารางของ Baechle and Earle, 2000 เพื่อหาค่าความแข็งแรงสูงสุด เพื่อจัดการแบ่งกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจับคู่ (Matching paired) โดยผู้วิจัยคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดการทดสอบ โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ในกรณีที่ทดสอบแล้วไม่ผ่านผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ได้ ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจะได้รับของที่ระลึกเป็นการตอบแทน โดยของที่ระลึกเป็นกระบอกน้ำของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. ก่อนที่ผู้วิจัยจะเข้าสู่กระบวนการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อน ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยผู้วิจัยจะแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างมาทำการทดสอบก่อนวันฝึกจริง 1 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือวันจันทร์และอังคาร กำหนดให้กลุ่มที่ 1 (จำนวน 15 คน) มาทำการทดสอบในวันจันทร์ และกลุ่มที่ 2 (จำนวน 15 คน) มาทำการทดสอบในวันอังคาร กลุ่มตัวอย่างจะทำการทดสอบทีละคน ทำการทดสอบที่ศูนย์เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

9.1) กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย การทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 power system) วัดตัวแปรพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ทำการทดสอบด้วยท่า Countermovement Jump ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที โดย แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที

9.2) การทดสอบความสามารถในการกระโดด ด้วยการทดสอบความสามารถในการกระโดดแนวตั้ง (Vertical jump) ด้วยเครื่องมือทดสอบ ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick) ด้วยการทดสอบท่า Countermovement jump ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที บันทึกข้อมูลเป็นหน่วยเซนติเมตร แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล หลังจากนั้นทำการทดสอบด้วยท่า One-Step jump ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที บันทึกข้อมูลเป็นหน่วยเซนติเมตร แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที

9.3) การทดสอบความเร็ว ทำการทดสอบ Sprint tests ในระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จำนวน 3 รอบ พักระหว่างรอบ 2 นาที จับเวลาด้วยเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems (Australia) บันทึกหน่วยเป็นวินาที แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล มีหน่วยเป็น วินาทีและทำการคลายอุ่นร่างกาย หลังการทดสอบ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที

10. โปรแกรมการฝึก

10.1) กลุ่มที่ 1 ฝึกคอนทราสต์ (รูปที่ 1) ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์และวันพฤหัสบดี ระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการฝึกคอนทราสต์ ต้องทำการฝึกวันและเวลาเดิมของทุกสัปดาห์การฝึก และต้องทำการฝึกก่อนการซ้อมปกติเป็นเวลา 1 ชั่วโมง



รูปที่ 1 รูปแบบการฝึกคอนทราสต์ฝึกท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (จังหวะเร็วที่สุด) จำนวน 6 ครั้ง ตามด้วยการฝึกท่าแบน แอสซิสเทด จัมป์ สควอท (Band assisted jump squat) จำนวน 12 ครั้ง (จังหวะเร็วที่สุด) โดยพักระหว่างท่า 30 วินาที พักระหว่างเซต 3 นาที ทำทั้งหมด 3 เซต



รูปที่ 2 รูปแบบการฝึกเชิงซ้อนฝึกท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (จังหวะเร็วที่สุด) จำนวน 6 ครั้ง ตามด้วยการฝึกท่าจัมป์ สควอท Jump squat จำนวน 12 ครั้ง (จังหวะเร็วที่สุด) โดยพักระหว่างท่า 30 วินาที พักระหว่างเซต 3 นาที ทำทั้งหมด 3 เซต

11. นำผลการทดสอบที่ได้ คือ ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความสูงในการกระโดด ความสูงในการก้าวเท้ากระโดด ความเร็วระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

12. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาจากก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มาวิเคราะห์ทางสถิติโปรแกรม SPSS Statistics ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2. ทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบโค้งปกติ โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test

3. เปรียบเทียบพลังสูงสุด (Peak power), ความสูงในการกระโดดแนวตั้ง (Vertical jump height) ความสูงในการก้าวเท้ากระโดด (One-step jump height) ความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร (Speed) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม โดย

3.1) หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ วิเคราะห์โดยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni

3.2) หากข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Kruskal-Wallis Test และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ Bonferroni

4. เปรียบเทียบพลังสูงสุด (Peak power), ความสูงในการกระโดดแนวตั้ง (Vertical jump height) ความสูงในการก้าวเท้ากระโดด (One-step jump height) ความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร (Speed) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มโดย

4.1) หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ วิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Independent t-test

4.2) หากข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ โดยใช้สถิติทดสอบ Mann-Whitney U test

5. กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และมวลกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

2. ก่อนการฝึก พบว่า ทั้งสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump ระหว่างกลุ่ม

3. หลังการฝึก 4 สัปดาห์ พบว่า ทั้งสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ภายในและระหว่างกลุ่มการฝึกคอนทราสต์ และกลุ่มการฝึกเชิงซ้อน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตัวแปร		ก่อนการฝึก	หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4	หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8
ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ (เท่าต่อน้ำหนักตัว)	กลุ่มคอนทราสต์	2.11±0.28	2.26±0.31	2.47±0.34*
	กลุ่มเชิงซ้อน	2.10±0.29	2.29±0.29	2.60±0.45*
พลังสูงสุด (วัตต์)	กลุ่มคอนทราสต์	5453.62±585.96	6001.77±614.99	6422.08±685.56*
	กลุ่มเชิงซ้อน	5165.31±659.51	5705.46±582.77	5930.08±742.89*
แรงปฏิกิริยาแนวตั้งสูงสุด (นิวตันต่อวินาที)	กลุ่มคอนทราสต์	2870.10±493.98	2918.62±406.61	2970.46±766.74
	กลุ่มเชิงซ้อน	2835.08±394.85	2905.31±547.77	3030.54±564.19
ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	กลุ่มคอนทราสต์	3.21±0.27	3.26±0.12	3.39±0.21*
	กลุ่มเชิงซ้อน	3.12±0.33	3.18±0.28	3.28±0.37
ความเร็วระยะ 5 เมตร (วินาที)	กลุ่มคอนทราสต์	1.03±0.62	1.01±0.48	0.97±0.42*
	กลุ่มเชิงซ้อน	1.03±0.23	1.03±0.20	0.99±0.17
ความเร็วระยะ 10 เมตร (วินาที)	กลุ่มคอนทราสต์	1.81±0.87	1.79±0.66	1.73±0.64*
	กลุ่มเชิงซ้อน	1.84±0.30	1.83±0.23	1.77±0.24
ความสามารถในการกระโดด ท่า Countermovement jump (เซนติเมตร)	กลุ่มคอนทราสต์	64.86±6.61	66.82±6.83	68.78±7.14
	กลุ่มเชิงซ้อน	62.91±8.18	63.89±7.68	67.01±8.95
ความสามารถในการกระโดด ท่า One-step jump (เซนติเมตร)	กลุ่มคอนทราสต์	71.90±6.75	73.07±7.34	75.22±8.20
	กลุ่มเชิงซ้อน	67.80±8.51	68.58±7.18	75.61±12.45

* $p > 0.05$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างก่อนการฝึก กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

4. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ทั้งสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump

5. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร และความเร็วระยะ 10 เมตร แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

6. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ไม่แตกต่างจากก่อนการฝึก และระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

7. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสัมพัทธ์ และพลังสูงสุด แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

8. หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ย แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด ความเร็วระยะ 5 เมตร ความเร็วระยะ 10 เมตร ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ไม่แตกต่างจาก

ก่อนการฝึก และระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมุติฐานการวิจัยครั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์จากผลการวิจัยในตารางที่ 1 การฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็วและความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายเพิ่มขึ้น จากการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 Power system) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของงานวิจัย เนื่องจากการโปรแกรมการฝึกทั้งสองกลุ่ม เป็นโปรแกรมเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ โดยอาศัยคุณสมบัติระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Postactivation potentiation โดยใช้รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักระดับสูง (85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม) เพื่อระดมหน่วยยนต์กล้ามเนื้อ แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการฝึกพลัยโอเมตริกทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการหดตัวกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการกระตุ้นก่อนหน้า ช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้น และส่งผลต่อการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ฝึกด้วยน้ำหนักที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในท่าบาร์เบล แบคสควอท ย่อให้เข้าท่ามูมประมาณ 110 องศา จำนวน 6 ครั้ง ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก พักระหว่างท่า 30 วินาที และพักระหว่างเซต 3 นาที แสดงให้เห็นว่า

การฝึกด้วยน้ำหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 6 ครั้ง สามารถระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วส่วนใหญ่มาทำงาน และเวลาพักก่อนที่จะเริ่มการฝึกพลัยโอเมตริก 30 วินาที เป็นเวลาพักส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องได้ดี แสดงให้เห็นว่าจะสามารถกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้น สอดคล้องกับศึกษาของ สอดคล้องกับคำอธิบายของ Ebben และ Watt (1998) ที่ได้แนะนำการฝึกเชิงซ้อนไว้ว่า ควรทำการฝึกพลัยโอเมตริกภายใน 30 วินาที หลังจากฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จากการฝึกในขั้นตอนแรก สอดคล้องกับการศึกษาของ สอดคล้องกับศึกษาของ Maio Alves, Rebelo, Abrantes, Sampaio (2010) ที่พบว่าการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่ใช้ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 6 ครั้ง ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับการศึกษาของ Weber, Brown, Coburn, Zinder (2008) ที่พบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ก่อนที่จะฝึก Jump squat ช่วยสามารถพัฒนาความสูงในการกระโดด และแรงสูงสุดได้ เช่นเดียวกับ Spinetti, Figueiredo, Assis, Miranda, Simao (2016) กล่าวว่า การฝึกคอนทราสต์กับการฝึกเชิงซ้อน สามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump ได้

แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พลังของกล้ามเนื้อทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนา แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด และความเร็วของบาร์เบลสูงสุดซึ่งเมื่อผลคูณรวมกันออกมาจึงส่งผลให้ทั้งสองกลุ่มมีพลังสูงสุดที่ใกล้เคียงกัน จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม

หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีการพัฒนาความเร็วของบาร์เบลมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนไม่พบความแตกต่างของความเร็วของบาร์เบล ซึ่งอาจเกิดจากรูปแบบการฝึกคอนทราสต์ที่ฝึกด้วยความหนักจากการฝึกด้วยแรงต้านในช่วงแรกมากกว่ากระตุ้นหน่วยยนต์ที่ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วให้ทำงานมากขึ้น แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีตัวช่วยให้แรงต้านจากน้ำหนักตัวลดลง (ลดลงประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ส่งผลให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อสามารถหดตัวและออกแรงได้เร็วมากขึ้นกว่าปกติ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่กลุ่มคอนทราสต์มีการเพิ่มขึ้นของความเร็วของบาร์เบลจากผลการทดลอง สอดคล้องกับ Apanukul and Sanpasitt (2021) ที่พบว่า การฝึกคอนทราสต์ ที่ฝึกด้วยน้ำหนักตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วยในท่า Band assisted jump squat ช่วยให้ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (Peak velocity) เพิ่มขึ้นจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกับ Tran, Brown, Coburn, Scott, Dabbs (2012) ที่อธิบายว่าการฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วยเป็นการฝึกที่ลดความหนักในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Body weight reduction) โดยอาศัยการใช้อย่างยืดเป็นตัวช่วย ส่งผลให้นักกีฬาสามารถกระโดดได้เร็วขึ้นจากการที่กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น เช่นเดียวกับ Vuk, Markovic, Jaric (2012) ที่บอกว่ารูปแบบการฝึกแบบมีแรงช่วยในการกระโดดสามารถพัฒนาความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ในการกระโดดได้ โดยช่วยเพิ่มความเร็วในการออกตัวกระโดด (Take-off velocity หรือ TOV) และช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อที่ส่งผลในการกระโดดได้

ดีขึ้น (Kilgallon et al., 2010; Vuk et al., 2012; Tran et al., 2012) แต่ในทางกลับกันกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีการใช้ความหนักจากแรงต้านในช่วงแรกมากกระตุ้นหน่วยยนต์ที่ควบคุมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วให้ทำงานมากขึ้นเหมือนกัน แต่ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบปกติที่ไม่มีตัวช่วย จึงมีแรงต้านจากน้ำหนักตัว ส่งผลให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อหดตัวและออกแรงได้ช้ากว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ แต่สามารถสร้างแรงได้มากกว่า ซึ่งจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งจากการทดลอง สอดคล้องกับ Jackson (2010) พบว่าการฝึกเชิงซ้อนทำให้แรงปฏิกิริยาในแนวตั้ง (Ground reaction force) ในการกระโดดแนวตั้งเพิ่มขึ้นได้ สอดคล้องกับ Turner, Unholz, Potts, Coleman (2012) ที่พบว่าการฝึกท่า Jump squat ส่งผลให้แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุดเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของพลังของกล้ามเนื้อ (ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ x แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ) จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์สามารถพัฒนาความเร็วสูงสุดของบาร์เบล แต่แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุดมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีการเพิ่มขึ้นของแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุด แต่ความเร็วของบาร์เบลสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จึงอาจเป็นเหตุผลทำให้พลังของกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างที่ตั้งสมมุติฐานไว้ เมื่อพิจารณาแนวโน้มการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มคอนทราสต์ อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Argus, Gill, Keogh, Blazeovich, Hopkins

(2011) ที่พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการกระโดดแบบแรงช่วย (Assisted) มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งสูงสุดน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกด้วยการกระโดดแบบไม่มีแรงจากภายนอก (Free countermovement jump) และการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีแนวโน้มพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน

นอกจากการทดสอบพลังกล้ามเนื้อจากเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิดแล้ว ผู้วิจัยยังทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และทดสอบความสามารถในการกระโดดในท่า One-step jump ซึ่งเป็นการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับทักษะของนักกีฬาบาสเกตบอล เนื่องจากท่าทางจะสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในกีฬาบาสเกตบอลอย่างมาก (เช่น การก้าวเท้ายิงประตู การกระโดดเพื่อแย่งลูกบอล การกระโดดเพื่อป้องกันฝ่ายตรงข้าม) (Wen et al., 2018) จากผลงานวิจัย พบว่า ความสูงในการกระโดดของทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มในการพัฒนาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการทดสอบจากเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด แต่ในทางสถิติไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และความสามารถในการกระโดดท่า One-step jump หลังจากการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มทดลอง ถ้าพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง พบว่า หลังการฝึก 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีแนวโน้มที่จะพัฒนาความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump ได้มากกว่ากลุ่มที่ฝึก

เชิงซ้อน สอดคล้องกับการศึกษาของ Sheppard, Dingley, Janssen, Spratford, Chapman, Newton (2011) ที่พบว่าหลังจากฝึกไป 5 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแบบมีแรงช่วย (Assisted jump) สามารถกระโดดสูงขึ้นจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกกระโดดแบบไม่มีแรงช่วยสามารถพัฒนาได้ไม่แตกต่างจากก่อนการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับ Garcia-Pinillos, Martinez-Amat, Hita- Contreras, Martinez- Lopez, Lartorres-Roman (2005) ที่ได้สรุปว่าการฝึกคอนทราสต์ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดในแนวตั้งได้ (Countermovement jump) ในระยะสั้น แต่ในขณะเดียวกันกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มในการพัฒนาความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึก 8 สัปดาห์

นอกจากรูปแบบการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนจะช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ยังส่งผลให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอีกด้วย จากผลการวิจัย พบว่า ทั้งสองกลุ่มสามารถพัฒนาความแข็งแรงได้มากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันทั้งก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าความแข็งแรงของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะรูปแบบการฝึกของทั้งสองกลุ่มมีการฝึกด้วยความหนักที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีการเพิ่มน้ำหนักของการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 จากการกำหนดค่าความแข็งแรงสูงสุดหลังจากการทดสอบ (Mid-test) ซึ่งเป็นการที่กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการหดตัวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เพิ่มความ

แข็งแรงสูงสุดในการออกแรงได้ หลักการของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of progressive increase of load training) จะส่งผลให้กล้ามเนื้อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากขึ้น (Bompa, 1993) เช่นเดียวกับ Chu (1996) ที่กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆ กัน สอดคล้องกับ Comier, Freitas, Rubio- Arias, Alcaraz (2020) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอนทราสต์ สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้มากขึ้นหลังจากการฝึก และรูปแบบการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนเหมาะสำหรับการฝึกในนักกีฬาประเภททีม แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มการพัฒนาของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มพัฒนาได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ อาจเป็นเพราะกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนและคอนทราสต์ใช้ความหนักจากแรงต้านเท่ากันในการฝึก แต่ในช่วงที่สองของการฝึกกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนฝึกพลัยโอเมตริกแบบไม่มีแรงช่วย จึงทำให้ได้รับความหนักหรืองานที่เกิดจากการฝึกมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์ ที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบมีตัวช่วย ส่งผลให้กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนมีแนวโน้มในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้มากกว่ากลุ่มคอนทราสต์

การวิจัยครั้งนี้ นักกีฬาได้ทำการทดสอบความเร็วระยะทาง 5 และ 10 เมตร โดยการใช้ Sprint test ซึ่งเป็นระยะที่สอดคล้องกับการวิ่งของนักกีฬาสเกตบอล ในการเล่นเกมรุกและเกมรับ (Wen et al., 2018) ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าหลังการฝึก 8 กลุ่มที่ฝึกคอนทราสต์มีเวลาในการวิ่งลดลงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่หลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน ไม่พบความ

แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า การฝึกคอนทราสต์ที่อาศัยหลักการของ Overspeed ช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อขาในท่า Band assisted jump squat เป็นการส่งกระแสประสาทที่สูงมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดการตอบสนองของระบบประสาทกระตุ้นให้เพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch) ได้มากขึ้น และกระตุ้นกล้ามเนื้อให้มีการหดตัวเร็วขึ้น (Mero & Komi, 1985) และทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อีกทั้งในการรูปแบบการฝึกทั้งสองกลุ่มมีการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการพลังของกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการวิ่งและกระโดดคือ กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (Weineck, 1990) กล่าวคือกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันของการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการกระโดดและการวิ่งในช่วงแรกของการออกวิ่งซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับที่ใช้ในการทดสอบ ด้วยเหตุผลนี้จึงอาจจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความเร็วระยะ 5 และ 10 เมตร

สรุปผลการวิจัย การฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนสามารถพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายได้ในระยะ 8 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย การฝึกคอนทราสต์ควรฝึกด้วยอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท (Free weight) เช่น บาร์เบล เพราะสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระมากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกได้ สามารถประยุกต์ใช้กับกีฬาชนิดที่มีความต้องการพลังของกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น รักบี้ฟุตบอล ฟุตบอล

กิตติกรรมประกาศ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมไปถึงขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมกับการวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, C. E., Sforzo, G. A., & Sigg, J. A. (2008). The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 22(2), 567–574. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181634d1e>
- Apanukul, S., & Sanpasitt, C. (2021). The Acute Effects on Rate of Force Development and Vertical Jump Performance Induced by Various Contrast Training Methods in Varsity Basketball Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 24(5), 29-38.
- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazeovich, A. J., & Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and Training Comparisons Between Assisted, Resisted, and Free Countermovement Jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2219-2227.

- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., McGuigan, M. R., & Hopkins, W. G. (2012). Effects of two contrast training programs on jump performance in rugby union players during a competition phase. *International journal of sports physiology and performance*, 7(1), 68-75.
- Baker, D. (2001). Acute and long – term power responses to power training: Observation on the training of an elite power athlete. *National Strength and conditioning Association Journal*, 23(1), 47-56.
- Baechle, T.A., and Earle, R.W. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 2nd ed. New York: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British journal of sports medicine*, 41(2), 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.032318>
- Bompa, T. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., & Alcaraz, P. E. (2020). Complex and contrast training: does strength and power training sequence affect performance- based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1461-1479.
- Docherty, D., Robbins, D., & 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., Watts, P. B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. *Strength and Conditioning*, 20(5), 18-29.
- Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., González-Suárez, J. M., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2015). Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. *International journal of sports medicine*, 36(11), 906–914.
- García- Pinillos, F. , Martínez- Amat, A. , Hita- Contreras, F. , Martínez- López, E. J. , & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 28(9) , 2452–2460.

- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post- activation potentiation. *Sports medicine*, 35(7), 585-595.
- Jackson, K. A. (2010). A Comparison of Training Modalities on Vertical Jump Performance in Recreationally Trained College Males.
- Karp, J. R. (2001). Muscle fiber types and training. *National Strength and conditioning Association Journal*, 23(5), 21-26.
- Latorre Román, P. Á., Villar Macias, F. J., & García Pinillos, F. (2018). Effects of a contrast training programme on jumping, sprinting and agility performance of prepubertal basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 802-808.
- Maio Alves, J. M. V., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short- Term Effects of Complex and Contrast Training in Soccer Players' Vertical Jump, Sprint, and Agility Abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
- McClenton, L. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Kersey, R. D. (2008). The effect of short-term VertiMax vs. depth jump training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 321-325.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.
- O'Shea, P. (2000). *Quantum strength fitness II gaining the winning edge*. Oregon: Patricks books.
- Rajamohan, G., Kanagasabai, P., Krishnaswamy, S., & Balakrishnan, A. (2010). Effect of complex and contrast resistance and plyometric training on selected strength and power parameters. *Journal of Experimental Sciences*, 1, 1-12.
- Roden, D., Lambson, R., & DeBeliso, M. (2014). The effects of a complex training protocol on vertical jump performance in male high school basketball players. *Journal of Sports Science*, 2, 21-26.
- Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 903-909.
- Scott, D. J., Ditroilo, M., & Marshall, P. A. (2017). Complex Training: The Effect of Exercise Selection and Training Status on Postactivation Potentiation in Rugby League Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(10), 2694-2703.

- Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W., & Newton, R. U. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *Journal of science and medicine in sport*, 14(1), 85–89.
- Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W., & Newton, R. U. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *J Sci Med Sport*, 14(1), 85-89.
- Spinetti, J., Figueiredo, T., Assis, M., Miranda, H., VM, M. D. R. R., & Simão, R. (2015). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on repeated sprint ability and muscle architecture in elite soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 56(11), 1269-1278.
- Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., Lynn, S. K., & Dabbs, N. C. (2012). Effects of assisted jumping on vertical jump parameters. *Current sports medicine reports*, 11(3), 155-159.
- Tufano, J. J., Malecek, J., Steffl, M., Stastny, P., Hojka, V., & Vetrovsky, T. (2018). Field-based and lab-based assisted jumping: unveiling the testing and training implications. *Frontiers in physiology*, 9, 1284.
- Turner, A. P., Unholz, C. N., Potts, N., & Coleman, S. G. (2012). Peak power, force, and velocity during jump squats in professional rugby players. *Journal of strength and conditioning research*, 26(6), 1594–1600.
- Umberger, B. R. (1998). Mechanics of the vertical jump and two-joint muscles: Implications for training. *Strength and conditioning*, 20, 70-74.
- Vuk, S., Markovic, G., & Jaric, S. (2012). External loading and maximum dynamic output in vertical jumping: the role of training history. *Human movement science*, 31(1), 139–151.
- Weineck, J. (1990). *Functional anatomy in sport*. 2nd ed. St. Louis: Mosby – Year Boo.
- Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy- load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 726-730.
- Wen, N., Dalbo, V. J., Burgos, B., Pyne, D. B., & Scanlan, A. T. (2018). Power Testing in Basketball: Current Practice and Future Recommendations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2677-2691.