

## ผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

นภารัตน์ ดวงจันทร์ และสุทธิกร อาภาณุกุล

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 21 May 2019 / Revised: 25 June 2020 / Accepted: 23 March 2023

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์** การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

**วิธีดำเนินการ** การวิจัยครั้งนี้ศึกษาในนิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลือกแบบเฉพาะเจาะจง อายุเฉลี่ย 18-25 ปี จำนวน 13 คน ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่สัดส่วน 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยทำการแบกน้ำหนักย่อกระโดด 6 ครั้งไม่ต่อเนื่องกัน จำนวน 1 เซต ที่ความหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุด การทดสอบแต่ละรูปแบบจะห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชม. และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุดของสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 50:50 แตกต่างกับสัดส่วนของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10 และ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุดของสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของค่าของค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**สรุปผลการวิจัย** การผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด ที่ความหนัก 30% ของ 1RM ในสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 50:50 ในท่าย่อกระโดด สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้ดีกว่าสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40

**คำสำคัญ:** พลังสูงสุด / คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ / การผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด / ท่าย่อกระโดด

## ACUTE EFFECTS OF COMBINED WEIGHT AND ELASTIC RESISTANCE DURING JUMP SQUATS ON PEAK POWER AND ELECTROMYOGRAPHY

Naparat DOUNGCHAN and Suttikorn APANUKUL

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 21 May 2019 / Revised: 25 June 2020 / Accepted: 23 March 2023

---

### Abstract

**Purpose** The purpose of this study was to investigate and to compare acute effects of combined weight and elastic resistance during jump squats on peak power and electromyography.

**Method** Thirteen male ( Purposive sampling) from Faculty of sports science, Chulalongkorn University. (Age, 18-25 years old.) performed 1 set of 6 repetitions of jump squats at 30% of 1RM. A counterbalance experimental design was used for various combined weight and elastic resistance training at 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 respectively. Each experiment was conducted after 48 hours of the experiment. The data were analyzed by using mean, standard deviation and located the difference by using one-way of variance with repeated measures. The significant was set at  $p < .05$ .

### Results

1. The average value of peak power of combined weight and elastic training at 50:50 was significant higher than combined weight and elastic training at 90:10 and 80:20 ( $p < .05$ ). No significant different in peak power was observed between the combined weight and elastic training at 90:10, 80:20, 70:30 and 60:40.

2. The average value of Rectus femoris, Vastus medialis, Gastrocnemius medialis and Tibialis anterior electromyography with combined weight and elastic training at 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 was no significant at .05.

**Conclusion** The combined weight and elastic resistance training at 50:50 during jump squats at 30% of 1RM can be used to enhance peak power speed better than the combined weight and elastic resistance training at 90:10, 80:20, 70:30 and 60:40.

**Keywords:** Peak Power / Electromyography / Combined Weight and Elastic resistance training / Jump Squats

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสามารถทำได้หลายวิธี การแบกน้ำหนักย่อกระโดด (Jump Squats with weight) เป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาได้มากที่สุด เนื่องจากการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อรูปแบบหนึ่งที่ใช้เวลาในการฝึกน้อยกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก โดยการใช้ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวด้วยอัตราความเร็วสูงและการเร่งความเร็วตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Wilson, Newton, Merphy, & Humphries, 1993) และส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬาได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักทั่วไปหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว (ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์, 2554) การเคลื่อนไหวของการฝึกแบกน้ำหนักย่อกระโดดแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive phase) และช่วงการลงสู่พื้น (Landing phase) (Hori, Newton, Andrews, Kawamori, McGuigan, & Nosaka, 2008) จากการศึกษาเกี่ยวกับความหนักที่เหมาะสมสำหรับการแบกน้ำหนักย่อกระโดด ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดโดยการแบกน้ำหนักย่อกระโดด ด้วยการกำหนดความหนักเปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ที่ระดับแตกต่างกันพบว่าความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นความหนักที่ทำให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อสูงสุดออกมา (Thomas, Kraemer, Spiering, Volek, Anderson, & Maresh, 2007; Wilson et al, 1993; Moritani, Muro, Ishida, & Taguchi, 1987; Kaneko, Fuchimoto, Tojil, & Suei, 1983) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเปรียบเทียบความหนักที่ใช้ในขณะทำการแบกน้ำหนักย่อกระโดด โดยการเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่มาก (80 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม) กับความหนักที่น้อย (30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม) พบว่าการใช้ความหนักน้อยมีผลให้ความสามารถต่างๆ ของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้ดีกว่าการใช้ความหนักมาก รวมทั้งยังส่งผลไปถึงการเพิ่มความสูงในการ

กระโดดได้ (Cronin & Crewther, 2004; McBride, Triplett- McBride, Davie, & Newton, 2002; Wilson et al., 1993; Moritani et al., 1987; Thomas et al., 2007; Kaneko et al., 1983; Cronin & Crewther, 2004)

การแบกน้ำหนักย่อกระโดด (Jump Squats with weight) เป็นทักษะหนึ่งที่ทำให้กล้ามเนื้อขามัดต่างๆ ทำงานต่อเนื่องกัน โดยกล้ามเนื้อจะทำงานเริ่มจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) จนกระทั่งสุดความยาวของกล้ามเนื้อมีสภาพตึงตัวสูงสุดทำให้เกิดภาวะสะสมพลังระเบิดที่มีลักษณะเป็นความแข็งแรงในรูปแบบการเกร็งตัวที่ไม่เปลี่ยนรูปร่างของกล้ามเนื้อ (Isometric contraction) ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้า (Concentric contraction) แบบทันทีทันใด (Umberger, 1998) การแบกน้ำหนักย่อกระโดดต้องอาศัยความสามารถของกล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงในการปลดปล่อยพลังระเบิด (Explosive Strength) ออกมา (Yessis, 2000) เมื่อนำการฝึกพลังกล้ามเนื้อในท่าแบกน้ำหนักย่อกระโดดมาใช้ฝึกกับนักกีฬาพบว่าเมื่อนักกีฬายกน้ำหนักผ่านไปในเวลาหนึ่งแรงที่ใช้ในการยกจะไม่เท่ากันตลอดช่วงการยก ถ้าทำการยกแบบต่อเนื่องติดต่อกันจะเห็นว่าแรงที่ใช้ในการยกน้ำหนักในครั้งแรกและครั้งสุดท้ายจะมีแรงที่มากกระทำต่อน้ำหนักไม่เท่ากันตลอดช่วงเคลื่อนไหว

ปัจจุบันผู้ฝึกสอนกีฬาได้พยายามหารูปแบบการฝึกใหม่ๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาความสามารถในขณะทำการแข่งขัน (Performance) เป็นที่รู้โดยทั่วกันว่าตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาไม่กี่ปีได้มีการฝึกใหม่รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับให้เป็นการฝึกที่ใช้กันทั่วโลกการฝึกนั้นคือการนำยางยืด (Elastic resistance bands) มาติดกับอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท (Free weight) (Baker & Newton, 2005; Findley, 2004; Heinecke, Jovick, Cooper, & Wicehert, 2004; Warpera, 2002; Simmons, 1999

) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การใช้ยางยืดที่มีแรงต้าน 1.45 กิโลกรัม, 2.74 กิโลกรัม, 4.96 กิโลกรัม และ 6.14 กิโลกรัม สามารถเพิ่มพลังสูงสุดได้ (Benjapont & Intiraporn, 2015) การใช้แรงต้านจากยางยืดผสมกับแรงต้านจากอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวทคือการใช้ยางยืดผูกติดไว้กับบาร์เบลทำให้เกิดความแตกต่างจากการฝึกยกด้วยแรงต้านจากบาร์เบลเพียงอย่างเดียว เพราะแรงต้านของน้ำหนักจากภายนอกที่ใช้ในการยกจะคงที่หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงแรงต้านจากภายนอกตลอดการเคลื่อนไหว (Dynamic constant external resistance) ถึงแม้ว่าแรงต้านที่เกิดขึ้นจากภายนอกจะคงที่แต่การออกแรงของกล้ามเนื้อจะไม่คงที่ เพราะการออกแรงของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับมุมของการเคลื่อนไหว (Fleck & Kraemer, 2004; Harman, Baechele, & Earle, 2000) แต่แรงต้านของการผูกยางยืดติดกับบาร์เบลจะให้แรงต้านแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable resistance) เมื่อทำการยกบาร์เบลให้สูงขึ้นแรงต้านจากยางยืดก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามระยะทางที่ยางยืดถูกดึงออกไป เพราะฉะนั้นนี่เป็นเหตุผลสำคัญที่ได้มีการผสมผสานยางยืดกับบาร์เบลเพื่อที่จะได้ช่วยลดข้อด้อยของกันและกันได้ เนื่องจากการใช้ยางยืดอย่างเดียวจะส่งผลให้แรงต้านที่เกิดขึ้นในช่วงหนึ่งส่วนสี่แรกหรือเรียกว่าในช่วงการเร่ง (The acceleration phase) ของการยกจะมีค่าน้อย แต่การออกแรงของกล้ามเนื้อจะมากที่สุดในช่วงนี้เมื่อใช้แรงต้านจากบาร์เบลในการยก เพื่อลดข้อด้อยของการฝึกโดยใช้แรงต้านจากบาร์เบลเพียงอย่างเดียว การเพิ่มแรงต้านของยางยืดในช่วงหนึ่งในสี่สุดท้ายของช่วงคอนเซนตริก หรือเรียกว่าช่วงความหน่วง (The deceleration phase) (Behm, 1988) ซึ่งเป็นช่วงเดียวที่กล้ามเนื้อจะออกแรงน้อยกว่าน้ำหนักของบาร์เบล (Fleck & Kraemer, 2004) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มยางยืดจะทำให้กล้ามเนื้อออกแรงในการยกมากขึ้นในช่วงท้ายของการยกช่วงคอนเซนตริก (Baker & Newton, 2005; Findley,

2004; Heinecke et al., 2004; Warpeha, 2002; Simmons, 1999)

จากการศึกษาของวิจัยหลายๆ งานพบว่า การทดสอบและการฝึกด้วยการใช้แรงต้านจากบาร์เบลผสมกับแรงต้านจากยางยืดในท่าแบคสควอท (Back squat) และเบ็นช์ เพลส (Bench press) สามารถทำให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬาได้ดีกว่าในการทดสอบและการฝึกโดยใช้แรงต้านจากบาร์เบลเพียงอย่างเดียว (Anderson, Sforzo, & Sigg, 2008; Bellar, Muller, Barkley, Kim, Ida, Ryan et al., 2011; Rhea, Kenn, & Dermody, 2009; Wallace, Winchester, & McGuigan, 2006) เป็นที่รู้โดยทั่วกันว่าการผสมผสานแรงต้านจากน้ำหนักกับยางยืดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักกีฬาได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับกัมปนาท และคณะ (Kampanart, Chaninchai, & Chaipat, 2016) พบว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วนน้ำหนักต่อยางยืดที่ 90 : 10 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้พลัง แรง และความเร็วในการทำท่าคลีนพูล (Clean pull) เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจาก เบลล่า และคณะ (Bellar et al., 2011) พบว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วนน้ำหนักต่อยางยืดที่ 85 : 15 สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการทำเบ็นช์ เพลส (Bench press) ได้ นอกจากนั้นการศึกษาของ โคเรย์ และคณะ (Corey et al., 2008) พบว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วนน้ำหนักต่อยางยืดที่ 80 : 20 สามารถพัฒนาความแข็งแรงของร่างกายส่วนบน (Upper body) และพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของร่างกายส่วนล่าง (Lower body) ได้มากกว่าในกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านจากน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อระหว่างการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด

เปรียบเทียบกับการศึกษาการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว การศึกษาของ แอนเดอร์เซน และคณะ (Andersen, Fimland, Kolnes, & Saeterbakken, 2015) พบว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดทำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานมากกว่าการใช้แรงต้านจากน้ำหนักเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เซเตอร์เบคเคน และคณะ (Saeterbakken, Andersen, & Tillaar, 2016) พบว่าการเพิ่มของแรงต้านด้วยยางยืดในขณะที่ทำท่าสควอททำให้กล้ามเนื้อมีการทำงานมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว จากการศึกษานี้เห็นได้ว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดสามารถช่วยพัฒนาประสิทธิภาพและมีส่วนช่วยที่ทำให้กล้ามเนื้อทำงานเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้แรงต้านของน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าท่าแบกน้ำหนักย่อกระโดดสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Muscle Power) ได้ดี ยิ่งนำมาฝึกรวมกับการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดยังสามารถทำให้เกิดการพัฒนามากยิ่งขึ้น และจากการศึกษาข้างต้นพบว่างานวิจัยให้ผลการศึกษาที่ต่างกันและยังพบข้อขัดแย้งในการเลือกสัดส่วนที่ใช้ในการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสัดส่วนที่แตกต่างกันของการผสมผสานการฝึกน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดด และเป็นทางเลือกในการออกโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเพื่อเปรียบเทียบผลนับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

### สมมติฐานของการวิจัย

การทดสอบที่ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) โดยการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 จะส่งผลต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรงที่แตกต่างกัน

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเมื่อวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2562

**กลุ่มตัวอย่าง** นิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 13 คน หลังจากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 ลำดับ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยแต่ละลำดับจะทำตามเงื่อนไขรูปแบบ “Counter balance design”

### เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนิสิต เพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี
2. ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกายที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อและข้อต่อ
3. ไม่ป่วยเป็นโรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิต และกลุ่มตัวอย่างจะต้องกรอกข้อมูลในแบบสอบถามตอนที่ 2 ทุกข้อ และจะต้องผ่านทุกข้อถึงจะมีสิทธิ์เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้
4. จะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานในระดับที่สามารถแบกน้ำหนักย่อท่ามูม 110 องศา ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว
5. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยและยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

6. ต้องไม่เข้าร่วมโครงการอื่นอยู่แล้วหรือไปฝึกกับโครงการอื่นในระยะเวลาเดียวกัน

#### เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจาก การวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยขึ้น และไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุจนได้จนได้รับการบาดเจ็บ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. เข้าร่วมการทดสอบไม่ถึง 4 ครั้ง

3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

#### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างโปรแกรมการทดสอบ

2. นำโปรแกรมการทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเรียบร้อย

3. ทำการศึกษานำร่องก่อนการวิจัย (Try out) เพื่อทดลองรูปแบบการทดสอบและทดสอบวิธีการใช้เครื่องมือวัดตัวแปรต่างๆ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการวิจัย

4. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจแก้และปรับปรุงให้เหมาะสม

5. นำเสนอโปรแกรมการทดสอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC)

6. นำโปรแกรมการทดสอบเสนอเพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

7. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการเครื่องมือ อุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

8. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อกำหนดวัน เวลาในการเก็บข้อมูล ขออนุญาตใช้สถานที่และอุปกรณ์

9. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เมื่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย และตอบแบบสอบถามข้อมูลผู้ร่วมทดสอบทุกข้อ

หมายเหตุ: ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยห้ามออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมงก่อนวันที่มาจะมาทดสอบ ไม่รับประทานอาหารมาก่อนทดสอบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนมาก่อนทดสอบ 4 ชั่วโมง และนอนหลับอย่างเต็มที่ก่อนที่จะมาทดสอบทุกครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นในการทดสอบทุกครั้งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องกระโดดด้วยความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูงที่สุดในการทดสอบท่าโยกกระโดดทุกครั้ง และในการทดสอบจะมีผู้ช่วยผู้วิจัยผู้ในการช่วยดูแลจำนวน 2 คน ซึ่งเป็นนิสิต เพศชาย ระดับมหาวิทยาลัย ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. จัดเตรียมสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบและใบบันทึกผลการทดสอบ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

11. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

11.1 วันก่อนการทดสอบ จะมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

11.1.1 ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

11.1.2 ทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในขณะยกน้ำหนักท่าควอดเตอร์สควอท (Kraemer et al., 2006) ก่อนการทดสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาความหนักที่ใช้ในการทดสอบ

11.1.3 ทดสอบหาความถนัดของขา (Leg Dominance) (van Melick et al.,

2017) ก่อนการทดสอบ เพื่อใช้ในการกำหนดขาข้างที่ใช้สำหรับติดอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

11.1.4 หลังจากทำการทดสอบก่อนการเก็บข้อมูลแล้ว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

11.1.5 ผู้วิจัยทำการออกแบบการทดลองวิจัยตามรูปแบบวิธีถ่วงดุลลำดับ (Counter Balancing Design) แบ่งออกเป็น 5 ลำดับ ลำดับละ 3 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยแต่ละลำดับจะทำตามเงื่อนไขการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดด้วยเครื่องฝึกและทดสอบพลังระเบิด (FT 700 Power System) กับโอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell) และแผ่นเพิ่มน้ำหนักวางบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) โดยการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วนการผสมผสานที่แตกต่างกันของการทดสอบท่าย่อกระโดดทั้ง 5 เงื่อนไข โดยในการทดสอบผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องกระโดดด้วยความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูงที่สุด 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง พักระหว่างการย่อกระโดดแต่ละครั้ง 20 วินาที (เสกศักย์ ธิติศักดิ์, 2556) ดังนี้

เงื่อนไขที่ 1 ความหนัก 30%  
1 RM (การฝึกด้วยน้ำหนัก 90% + ยางยืด 10%)

เงื่อนไขที่ 2 ความหนัก 30%  
1 RM (การฝึกด้วยน้ำหนัก 80% + ยางยืด 20%)

เงื่อนไขที่ 3 ความหนัก 30%  
1 RM (การฝึกด้วยน้ำหนัก 70% + ยางยืด 30%)

เงื่อนไขที่ 4 ความหนัก 30%  
1 RM (การฝึกด้วยน้ำหนัก 60% + ยางยืด 40%)

เงื่อนไขที่ 5 ความหนัก 30%  
1 RM (การฝึกด้วยน้ำหนัก 50% + ยางยืด 50%)

หมายเหตุ: ทำการอ้างอิงสัดส่วนมาจากการวิจัยของสุทธิกร อาภาณุกุล (สุทธิกร อาภาณุกุล, 2556)

11.2 วันที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูล (ในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้ฟื้นตัวอย่างเต็มที่ เป็นผลให้ไม่เกิดการเกิดผลสะสมต่อเนื่องจากการทดสอบที่ให้ก่อนหน้า (Carry over effect) โดยจะทดสอบในเวลาเดิมทุกครั้ง)

11.2.1 ผู้ช่วยวิจัยทำการติดอุปกรณ์วิเคราะห์การทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยของขาข้างที่ถนัด จำนวน 4 ตำแหน่ง (Mackala et al., 2013) ดังนี้ กล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior หลังทำการติดอิเล็กโทรด (Electrode) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการทดสอบหา Maximal voluntary contraction: MVC ก่อนการทดสอบ

11.2.2 จากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายก่อนทำการทดสอบและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

ผู้วิจัยทำการทดสอบอุปกรณ์ก่อนการทดสอบจริง โดยการสอบเทียบ (Calibration) แผ่นตรวจรับแรงกระแทกและตัวแปลงสัญญาณตำแหน่งของการทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (Ballistic Measurement System) สอบเทียบเครื่องมือการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

11.2.3 ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดตามเงื่อนไข โดยที่น้ำหนักแรงรุ่น 400S (400 Series Force plate) มาวางไว้บนฐานของเครื่องเครื่องฝึกและทดสอบพลังระเบิด (FT 700 Power System) เพื่อใช้บันทึกข้อมูลขณะทำการทดสอบ

หมายเหตุ: ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหวการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดด ทั้ง 5 เงื่อนไขด้วยกล้องดิจิทัล เพื่อใช้ประกอบในการหาค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการแยกช่วงการกระโดดในการ

ทดสอบ การทดสอบครั้งนี้ทำย่อกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion Phase)

ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในทำย่อกระโดด ในการทดสอบครั้งนี้จะทำการวัดมูย่เข้า 110 องศา (Gheller et al., 2015) ด้วยเครื่องวัดมูย่เข้าต่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด แล้วจึงดึงเชือกผูกกับเครื่องทดสอบพลังกล้ามเนื้อทั้ง 2 ข้าง และให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยย่อเข่าจนสัมผัสเชือกได้แล้วทำการกระโดดเพื่อให้มูย่ของข้อเข่าเท่ากันทุกครั้ง ข

หมายเหตุ: ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการคำนวณแรงจากยางยืด โดยมีความยาวการยืดออกของยางยืดที่เหมาะสมกับผู้ทดสอบแต่ละคน ในกรณีที่ผู้ทดสอบมีส่วนสูงที่ไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจะทำการปรับตำแหน่งของฐานที่ใช้วางดัมเบลที่ใช้ถ่วงยางยืดหรือทำการเลือกใชยางยืดที่ให้แรงต้านที่เท่ากัน เพื่อให้แรงต้านที่ได้จากยางยืดตามรูปแบบของการทดสอบในสัดส่วนต่างๆ มีความหนักเท่ากันตามสัดส่วนที่กำหนดไว้

11.2.4 หลังจากที่ทำ การทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในทำย่อกระโดดแล้ว ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องทำการคลายอ่อนร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

11.3 การเลือกข้อมูล ทำการเลือกค่าการกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion Phase) ณ ครั้งที่ได้พลังสูงสุดที่มากที่สุด มาค่าเดียวจากการย่อกระโดด 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง หลังจากนั้นนำค่าแรงสูงสุด, ความเร็วสูงสุด, ค่าอัตราการพัฒนาแรง (ในช่วง 0-200 มิลลิวินาทีแรก) และค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ณ ครั้งที่เกิดพลังสูงสุดมาเป็นข้อมูล

12. นำผลการทดสอบที่ได้คือ พลังสูงสุด (Peak Power), แรงสูงสุด (Peak Force), ความเร็ว

สูงสุด (Peak Velocity), อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development) และค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ในขณะทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในทำย่อกระโดด ทั้ง 5 เงื่อนไข มาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

13. สรุปผลการวิจัย พร้อมทั้งเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

**การวิเคราะห์ข้อมูล** นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS Version23) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
3. วิเคราะห์ผลการทดสอบทุกรายภายในกลุ่ม โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) ของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ LSD
4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

### ผลการวิจัย

1. จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 13 คน มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ  $23.00 \pm 2.24$  ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ  $173.62 \pm 5.69$  เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ  $72.85 \pm 8.49$  กิโลกรัม และค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเฉลี่ยเท่ากับ  $2.14 \pm 0.43$  เท่าต่อน้ำหนักตัว



ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 13 คน

| ข้อมูลพื้นฐาน                                     | $\bar{X}$ | S.D. |
|---------------------------------------------------|-----------|------|
| อายุ (ปี)                                         | 23.00     | 2.24 |
| ส่วนสูง (เซนติเมตร)                               | 173.62    | 5.69 |
| น้ำหนัก (กิโลกรัม)                                | 72.85     | 8.49 |
| ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (เท่าต่อน้ำหนักตัว) | 2.14      | 0.43 |

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด อัตราการพัฒนาแรง และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่า ย่อกระโดด โดยใช้อัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดที่ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50

| ตัวแปรตาม                                     | อัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด |                                    |                                    |                                    |                                    | F     | p-value |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|---------|
|                                               | 90:10<br>$\bar{X} \pm \text{S.D.}$            | 80:20<br>$\bar{X} \pm \text{S.D.}$ | 70:30<br>$\bar{X} \pm \text{S.D.}$ | 60:40<br>$\bar{X} \pm \text{S.D.}$ | 50:50<br>$\bar{X} \pm \text{S.D.}$ |       |         |
| พลังสูงสุด (วัตต์)                            | 2,391.54<br>$\pm$<br>497.18                   | 2,325.25<br>$\pm$<br>335.06        | 2,663.27<br>$\pm$<br>531.92        | 2,510.17<br>$\pm$<br>404.72        | 2,862.35<br>$\pm$<br>555.39        | 2.735 | .037*   |
| แรงสูงสุด<br>(นิวตัน)                         | 2,085.31<br>$\pm$<br>243.57                   | 2,172.49<br>$\pm$<br>435.94        | 2,113.41<br>$\pm$<br>186.31        | 2,164.69<br>$\pm$<br>201.07        | 2,037.60<br>$\pm$<br>265.09        | .521  | .721    |
| ความเร็วสูงสุด<br>(เมตรต่อวินาที)             | 1.41<br>$\pm$<br>.52                          | 1.27<br>$\pm$<br>.15               | 1.47<br>$\pm$<br>.31               | 1.33<br>$\pm$<br>.19               | 1.62<br>$\pm$<br>.44               | 1.707 | .160    |
| อัตราการพัฒนา<br>แรง (นิวตัน/<br>มิลลิวินาที) | 1,075.57<br>$\pm$<br>392.70                   | 1,071.88<br>$\pm$<br>334.94        | 1,197.24<br>$\pm$<br>99.08         | 1,232.15<br>$\pm$<br>132.63        | 1,263.97<br>$\pm$<br>170.06        | 1.609 | .184    |

\* p<.05

ตารางที่ 2 (ต่อ)

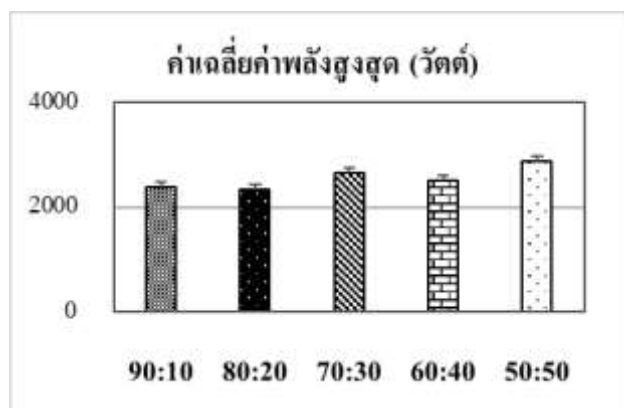
| ตัวแปรตาม                   | อัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด |                    |                    |                    |                    | F     | p-value |
|-----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|
|                             | 90:10                                         | 80:20              | 70:30              | 60:40              | 50:50              |       |         |
|                             | $\bar{X} \pm S.D.$                            | $\bar{X} \pm S.D.$ | $\bar{X} \pm S.D.$ | $\bar{X} \pm S.D.$ | $\bar{X} \pm S.D.$ |       |         |
| คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uV.s) |                                               |                    |                    |                    |                    |       |         |
| Rectus femoris              | 475.34                                        | 482.74             | 499.31             | 541.15             | 571.61             | .400  | .808    |
|                             | ±                                             | ±                  | ±                  | ±                  | ±                  |       |         |
|                             | 210.55                                        | 173.33             | 197.87             | 271.53             | 293.97             |       |         |
| Vastus medialis             | 725.48                                        | 690.01             | 662.99             | 637.85             | 750.06             | .317  | .866    |
|                             | ±                                             | ±                  | ±                  | ±                  | ±                  |       |         |
|                             | 339.38                                        | 277.80             | 185.29             | 303.66             | 323.71             |       |         |
| Gastrocnemius medialis      | 710.53                                        | 569.46             | 544.49             | 590.02             | 660.59             | .974  | .428    |
|                             | ±                                             | ±                  | ±                  | ±                  | ±                  |       |         |
|                             | 406.06                                        | 234.43             | 142.30             | 165.85             | 217.26             |       |         |
| Tibialis anterior           | 299.18                                        | 340.65             | 518.64             | 392.26             | 406.46             | 2.252 | .074    |
|                             | ±                                             | ±                  | ±                  | ±                  | ±                  |       |         |
|                             | 111.95                                        | 133.27             | 316.94             | 112.00             | 234.73             |       |         |

\* p&lt;.05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ของพลังสูงสุดของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดที่ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50

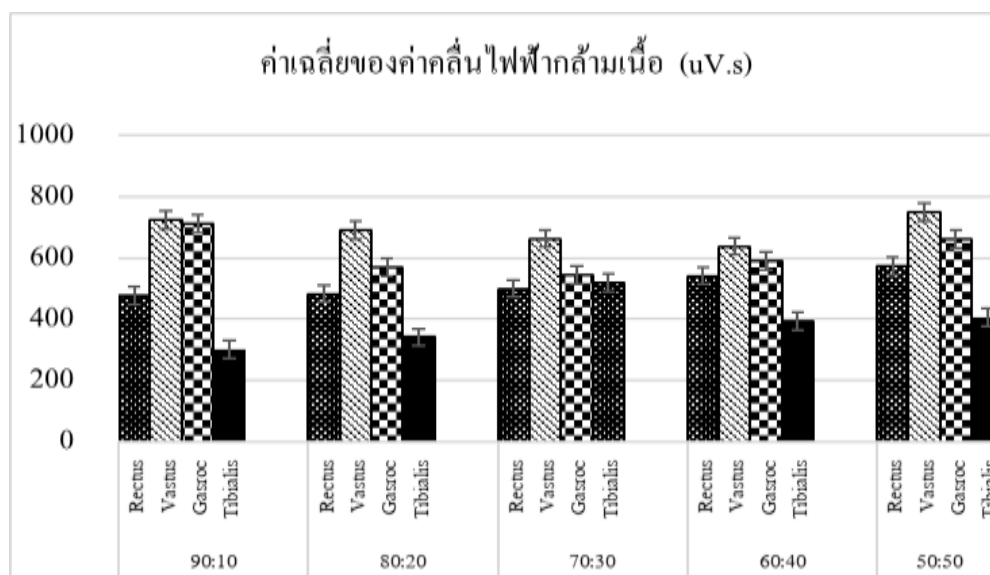
| อัตราส่วน | วัด       | 90:10   | 80:20   | 70:30   | 60:40   | 50:50    |
|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|
|           | $\bar{X}$ | 2391.54 | 2325.25 | 2663.28 | 2510.17 | 2862.35  |
| 90:10     | 2391.54   | -       | 66.29   | -271.74 | -118.63 | -470.81* |
| 80:20     | 2325.25   |         | -       | -338.03 | -184.92 | -537.10* |
| 70:30     | 2663.28   |         |         | -       | 153.11  | -199.08  |
| 60:40     | 2510.17   |         |         |         | -       | -352.18  |
| 50:50     | 2862.35   |         |         |         |         | -        |

\*p&lt;.05



\*p<.05

รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด ของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด ในท่าย่อกระโดด โดยใช้อัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดที่ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดด โดยใช้อัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดที่ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุด (วัตต์) ของอัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของ LSD ปรากฏผลดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของค่าแรงสูงสุด (นิวตัน) ค่าความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) ค่าอัตราการพัฒนาแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที) และค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของอัตราส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุดของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด พบว่ารูปแบบแรงต้านของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10 มีค่าพลังสูงสุดมากกว่ารูปแบบแรงต้านที่ผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 50:50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 80:20 มีค่าพลังสูงสุดมากกว่ารูปแบบแรงต้านที่ผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 50:50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ คือ การทดสอบที่ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) โดยการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 จะส่งผลต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรงที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย จึงอภิปรายผลการทดลองดังนี้

การผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 เป็นสัดส่วนที่ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุด มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) เพราะว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 เป็นสัดส่วนที่ร่างกายได้รับแรงต้านจากน้ำหนักที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนอื่นจากกฎของนิวตัน แรงเท่ากับมวลคูณกับความเร่ง ( $F=ma$ ) เมื่อแรงต้านของน้ำหนัก ( $m$ ) ลดลงก็จะทำให้ความเร็วของเคลื่อนที่ ( $v$ ) เพิ่มขึ้น (Everett, 2011) นอกจากนั้นแล้วจะเห็นได้ว่าค่าอัตราการพัฒนาแรงของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนอื่น แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) เนื่องจากอัตราการพัฒนาแรงเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งจะต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อในวงจรหดสั้น (Stretch shortening cycle) ในขณะทำการกระโดดกล้ามเนื้อจะมีการเริ่มทำงานแบบยืดยาวออก (Eccentric muscle contraction) จนกระทั่งสุดความยาวของกล้ามเนื้อมีสภาพตึงตัวสูงสุดทำให้เกิดภาวะสะสมพลังยืดหยุ่น (Elastic energy) ก่อนที่จะนำพลังยืดหยุ่นไปใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้า (Concentric muscle contraction) แบบทันทีทันใด ทำให้เกิดรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) ซึ่งปฏิกิริยารีเฟล็กซ์ยืดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้าให้มีประสิทธิภาพส่งผลให้ออกแรงได้มากขึ้น

การผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 เป็นสัดส่วนที่ได้รับแรงต้านจากยางยืดมากที่สุดเมื่อเทียบกับสัดส่วนอื่น การเพิ่มขึ้นของแรงต้านจากยางยืดทำให้ร่างกายต้องออกแรงต้านกับการตึงตัวของยางยืดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การทำงานของ

กล้ามเนื้อแบบยืดยาวออกทำงานเพิ่มขึ้น (Wallance et al., 2006; Israetel et al., 2010; Stevenson et al., 2010) จึงเกิดการถ่ายโยงของแรงมากขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Argus, Gill, Keogh, Blazevich & Hopkins, 2011) นำไปสู่การถ่ายโยงของแรงและเกิดพลังระเบิดที่ใช้ในกระโดดได้ดีขึ้น และช่วยพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงให้ดีขึ้นตามไปด้วย (Anderson, Sforzo & Sigg, 2008)

จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดด พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) แต่จากผลการวิจัยพบว่าในขณะที่ทำการย่อเข้าท่ามูม 110 องศา โดยการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 ส่งผลให้กล้ามเนื้อ Rectus Femoris และกล้ามเนื้อ Vastus Medialis มีการทำงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับสัดส่วนอื่น อาจเป็นเพราะว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 เป็นสัดส่วนที่ได้รับแรงต้านจากน้ำหนักที่น้อยและได้รับแรงต้านจากยางยืดมากเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนอื่น ในขณะที่ย่อกระโดดกล้ามเนื้อ Rectus Femoris และกล้ามเนื้อ Vastus Medialis จะออกแรงเพื่อที่จะเอาชนะแรงต้านที่ได้รับ ในการกระโดดขึ้นไปเป็นแนวตั้ง และส่วนของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ที่ทำงานน้อย เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายเกิดความมั่นคง (Stabilize) ในการทรงตัว และพื้นผิวที่ใช้ในการวิจัยเป็นลักษณะที่มั่นคง (Stable surface) จึงอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อดังกล่าวทำงานได้น้อย

**สรุปผลการวิจัย** การผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด ที่ความหนัก 30% ของ 1RM ในสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 50:50 สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้ดีกว่าสัดส่วนการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40

**ข้อเสนอแนะจากการวิจัย** การผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดเป็นวิธีที่ควรนำไปใช้ในการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้ความหนักที่ 30% ของ 1RM ของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในสัดส่วน 50:50 เพราะเป็นสัดส่วนที่สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดีและผู้ช่วยวิจัยที่คอยช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างเรียบร้อย

### เอกสารอ้างอิง

- Albernethy, B. , Kippers, V. , Hanrahan, S. , Pandey, M., McManus, A., & Mackinnon, L. (2005). *The Biophysical Foundations of Human Movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Anderson, C. E., Sforzo, G. A., & Sigg, J. A. (2008). The effects of combining elastic resistance and free weight resistance on strength and power in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 567-574.
- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazevich, A. J., & Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *Journal of strength and conditioning research*, 25(8), 2219-2227.
- Baker, D., & Newton, R. D. (2005). Methods to Increase the Effectiveness of Maximal Power Training for the Upper Body.

- Strength and Conditioning Journal*, 27(6), 24-32.
- Benjapontsit, K. & Intiraporn, C. (2015). Acute Effects of Different Resistance Elastic Band on Vertical Jump Peak Power in Young Female Volleyball Players. *Journal of Sports Science and Health*, 16(3), 28-36.
- Bellar, D. M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Kim, C. H., Ida, K., Ryan, E. J., Bliss, M. V., & Glickman, E. L. (2011). The effects of combined elastic- and free- weight tension vs. free-weight tension on one-repetition maximum strength in the bench press. *Journal of strength and conditioning research*, 25(2), 459-463.
- Corbin, C. B., Welk, G. J., Corbin, W. R., & Welk, K. A. (2008). *Concepts of fitness and wellness*. Americans, New York: The McGraw-Hill companies.
- Everett, G. (2011). *Olympic weightlifting: a complete guide for athletes and coaches*. The United States of American: Catalyst Athletics.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs* Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Harman, E., Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *The biomechanics of resistance exercise (Eds)*. In Essentials of Strength and Conditioning Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hori, N. , Newton, R. U. , Andrews, W. A. , Kawamori, N. , McGuigan, M. R. , & Nosaka, K. (2008). Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction?. *Journal of strength and conditioning research*, 22(2), 412-418.
- Israetel, M. A., McBride, J. M., Nuzzo, J. L., Skinner, J. W., & Dayne, A. M. (2010). Kinetic and kinematic differences between squats performed with and without elastic resistance bands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 190-194.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of strength and conditioning research*, 16(1), 75-82.
- Paditsaeree, K., Intiraporn, C., & Lawsirirat, C. (2016). Comparison Between the Effects of Combining Elastic and Free-Weight Resistance and Free- Weight Resistance on Force and Power Production. *Journal of strength and conditioning research*, 30(10), 2713-2722.
- Rhea, M. R., Kenn, J. G., & Dermody, B. M. (2009). Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2645-2650.
- Saeterbakken, A. H., Andersen, V., & Tillaar, R. (2016). Comparison of Kinematics and Muscle Activation in Free-Weight Back Squat with and Without Elastic

- Resistance Bands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 945–952.
- Simmons, L. P. (1999). Bands and chains. *Power lifting USA*, 22, 26-27.
- Stevenson, M. W., Warpeha, J. M., Dietz, C. C., Giveanz, R. M., & Erdman, A. G. (2010). Acute effects of elastic resistance bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power and force production. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2944-2954.
- Thomas, G. A., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Anderson, J. M., & Maresh, C. M. (2007). Maximal power at different percentages of one repetition maximum: influence of resistance and gender. *Journal of strength and conditioning research*, 21(2), 336-342.
- Umberger, R. (1998). Mechanics of the vertical jump and two joint muscles: implication for training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 20(5), 70-74.
- Wallace, B. J., Winchester, J. B., & McGuigan, M. R. (2006). Effects of elastic resistance bands on force and power characteristics during the back-squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 268–272.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(11), 1279-1286.
- Yessis, M. (2000). *Explosive Golf: Using the Science of Kinesiology to Improve Your Swing*. [Press release]