

บทความวิจัย**ผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่มีต่อ
สมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอล**

ขวัญไท ลิทธิพันธ์ และนางศ ศรีหิรัญ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 4 June 2024 / Revised: 6 June 2024 / Accepted: 25 July 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่ส่งผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอล

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย อายุระหว่าง 18–25 ปี จำนวน 36 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ โดยทั้งสามกลุ่มทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ก่อนการฝึก และหลังการฝึกที่ 4 และ 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบท่าการทดสอบตัวแปรด้าน สรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็วในการวิ่ง และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึก ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way Repeated ANOVA) กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัย หลังการฝึก 4 สัปดาห์ นักกีฬาฟุตบอลทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก และกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำพบค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อ

เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ภายหลังกการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าภายหลังกการฝึก 6 สัปดาห์ ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย การฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ในนักกีฬาฟุตบอลได้ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านและฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ

คำสำคัญ: การฝึกเชิงซ้อน / การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ / สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ / ความสามารถในการวิ่ง

Original Article

EFFECTS OF COMPLEX TRAINING WITH RESISTANCE TRAINING COMBINED WITH REPEATED SPRINT ON MUSCULAR PERFORMANCE AND SPRINT ABILITY IN FUTSAL PLAYERS

Kwanthai Sittipan and Kanang Srihirun

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 4 June 2024 / Revised: 6 June 2024 / Accepted: 25 July 2024

Abstract

Purpose This study aimed to study and compare the effects of resistance training, repeated sprint training, and complex resistance training combined with short repeated sprint training on muscle performance and sprint ability of futsal athletes.

Methods Thirty-six male futsal players aged between 18-25 years were recruited in this study. The participants were assigned into 3 groups (n=12/group) including group I; resistance training program, group II; repeated sprint training program, and group III; complex training with repeated sprint program. All groups were trained 2 days/week for a total of 6 weeks. The measurements of muscular strength and power, speed, agility and ability to repeated sprints were assessed before, after 4 and 6 weeks of training. The obtained data were statistically analyzed in term of means and standard deviations and verified by one-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures. A significance level of .05 was considered the statistical significance.

Results All of 3 groups after 4 weeks of training, the mean values of repeated sprinting ability were significantly higher than pre-training at the .05 level. While muscular power in group II

with repeated sprint training program were higher than pre-training ($p < .05$). After 6 weeks of training, resistance training program (group I) had the mean values of muscular strength and power and ability to repeated sprints were significantly higher than pre-training. The repeated sprint training program (group II) had muscular power and agility were significantly higher than pre-training. Moreover, the group of complex training with repeated sprint program (group III) had higher muscular strength and power, agility and ability to repeated sprints than pre-training ($p < .05$). It was also found that after 6 weeks, the strength and power of the leg muscles of the resistance training group (group I) and the repeated sprint training program (group II) were significantly different at the .05 level.

Conclusion Complex training with resistance training combined with repeated sprint training can improve strength and power of the leg muscles, agility, and repeated sprint ability in futsal athletes over a period of 6 weeks as well as resistance training and repeated sprint training.

Keywords: Complex training / Repeat sprint training / Muscle performance / Sprint ability

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาฟุตบอลได้เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอีกชนิดหนึ่งทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ (Piakaew et al., 2023) แบ่งการแข่งขันเป็น 2 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที สามารถเปลี่ยนตัวได้ไม่จำกัดจึงทำให้มีจังหวะและความเข้มข้นตลอดการแข่งขันโดยมีการวิ่งที่ใช้ความเร็วสูง Spyrou และคณะ (2020) พบว่า ในผู้เล่นระดับสูงจะใช้ระยะเวลา 1.36 วินาทีในการวิ่งระยะทาง 5 เมตรและ 3.36 วินาที ในระยะทาง 20 เมตร โดยมีระยะทางการเคลื่อนที่ในครั้งแรกมากกว่าในครั้งเวลาหลัง (1,986.6±74.4 เมตรในครั้งแรก 1,856.0±129.7 เมตรในครั้งหลัง) และระยะทางครอบคลุมต่อนาทีในครั้งแรกมากกว่าในครั้งเวลาหลังเช่นเดียวกัน (103.2±4.4 เมตร:นาทีในครั้งแรก 96.4±7.5 เมตร:นาที ในครั้งหลัง) (Miloni et al., 2016) สอดคล้องกับ Barbero-Alvarez และคณะ (2008) ที่ศึกษาระยะทางรวมเฉลี่ยที่ครอบคลุมพบว่า ในช่วงครึ่งแรกมีระยะทางรวมเฉลี่ยที่ครอบคลุม 118 เมตรต่อนาที ในครั้งหลัง 111 เมตรต่อนาที ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อันเป็นผลมาจากความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่ส่งผลให้ความสามารถในการวิ่งลดลง จำนวนครั้งของการวิ่งต่อเกมอยู่ที่ 26 ครั้ง โดยมีระยะเวลาเฉลี่ย 2-4 วินาที ในระยะทาง 8-20 เมตร และระยะเวลาพักของการวิ่งส่วนใหญ่จะมีระยะเวลาพักที่ไม่เกิน 15 วินาทีในระหว่างการวิ่ง 3-4 ครั้ง (Castagna et al., 2009) สอดคล้องกับ Caetano และคณะ (2015) จะมีการพักฟื้นสูงสุด 15 วินาทีระหว่างการวิ่งในแต่ละเที่ยวจากข้อมูลที่ค้นพบแสดงให้เห็นว่ากีฬาฟุตบอลนั้นเป็นกีฬาที่มีลักษณะการออกกำลังกายเป็นแบบหนักสลับพักที่มีความหนักสูง (Intermittent High-Intensity) และนักกีฬาฟุตบอลจะต้องมีความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อความสามารถในการวิ่ง ความเร็ว ความคล่องแคล่ว

ว่องไว และความสามารถในการฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วเพื่อที่จะสามารถประกอบกิจกรรมในการแข่งขันที่มีการเคลื่อนไหวในความหนักสูงสลับกับการมีช่วงระยะเวลาพักที่สั้นได้ตลอดการแข่งขันโดยเรียกว่าความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ

ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Repeated-sprint ability) ได้รับการพิจารณาว่าเป็นหนึ่งในประเด็นที่สำคัญที่สุดสำหรับประสิทธิภาพของนักฟุตบอล (Barbero-Alvarez et al., 2008) ในกีฬาฟุตบอลจะมีการเคลื่อนที่สั้นและมีความหนักสูงในช่วง 10-20 เมตร ในระยะเวลา 2-4 วินาที เป็นการเคลื่อนไหวอย่างหนักในการพักช่วงสั้นๆ และมีการทำซ้ำตลอดการแข่งขัน การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำจึงเป็นส่วนสำคัญสำหรับกีฬาฟุตบอลโดยองค์ประกอบของความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำจะประกอบไปด้วย ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการกักเก็บพลังงานระหว่างการวิ่ง (Bishop et al., 2011) ปัจจุบันการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำจะใช้การวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำโดยมีเวลาพักฟื้นตามอัตราส่วนของการฝึกต่อการพักที่ 1:5 (Turner and Stewart, 2013) กล่าวคือใช้ระยะเวลาการวิ่งเฉลี่ย 2-3 วินาที ในระยะทาง 10-20 เมตร (Spencer et al., 2005) ดังนั้นในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่การวิ่งระยะทาง 20 เมตร ระยะเวลาของการพักที่ควรพักจะอยู่ที่ 15-20 วินาที สอดคล้องกับ Nedrehagen และ Saeterbakken (2015) ศึกษาผลของการฝึกซ้อมการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำโดยใช้อัตราส่วนของการฝึกต่อการพักที่ 1:5 เปรียบเทียบกับการฝึกฟุตบอลผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ มีการพัฒนาความเร็วและมี

ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 นอกจากการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำแล้วมีการศึกษาว่าการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) ที่ความถี่ 2 ครั้งต่อสัปดาห์สามารถเพิ่มความสามารถในการวิ่งระยะสั้นได้ (Paz-Franco et al., 2017) และมีการศึกษาอิทธิพลของความแข็งแรงและระดับพลังสูงสุดต่อความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางพบว่า นักกีฬาในกลุ่มที่มีความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อสูงกว่ามีความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางได้ดีกว่ากลุ่มที่มีความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อน้อยกว่า (Freitas et al., 2019) ดังนั้นการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) สามารถพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อได้ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการวิ่ง การที่กล้ามเนื้อออกแรงหดตัวขณะฝึกแบบรวดเร็วจะส่งผลต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อโดยมีองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ดังนั้นถ้าพลังของกล้ามเนื้อมากก็จะทำให้มีความสามารถในการเร่งความเร็วมากขึ้นด้วย พลังของกล้ามเนื้อจึงเป็นความสามารถที่ทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ปัจจุบันการฝึกที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฝึกที่ใช้ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อในการฝึกเดียวกันจะเรียกว่าการฝึกเชิงซ้อน (Complex training)

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) เป็นรูปแบบการฝึกชนิดหนึ่งที่มีเป้าหมายมุ่งเน้นพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อโดยใช้กระบวนการสองขั้นตอน ขั้นที่หนึ่งใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้อย่างรวดเร็วมา

ทำงานเป็นส่วนใหญ่และส่วนที่สองเป็นการทำงานกลุ่มของกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กันมีลักษณะแบบรุนแรงระยะสั้นๆ ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดด้วยท่าที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรก ซึ่งอาศัยการทำงานของรีเฟล็กซ์การยืด (Stretch reflex) Maio Alves และคณะ (2010) ได้ให้ความหมายของการฝึกเชิงซ้อนคือการเคลื่อนไหวมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับการฝึกเชิงซ้อนด้วยน้ำหนักที่มากแล้วตามด้วยการเคลื่อนไหวการออกกำลังกายแบบรุนแรงต่อเนื่องกันลักษณะนี้ จะช่วยในการกระตุ้นปลายประสาทของกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น Torres-Torrel และคณะ (2018) ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานและการเปลี่ยนทิศทางที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการการสปริงที่ซ้ำในผู้เล่นฟุตซอล พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านร่วมกับการฝึกเปลี่ยนทิศทางสามารถพัฒนาความสามารถในการสปริงที่ซ้ำและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ สอดคล้องกับ Zhai และ Qin (2024) ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกแรงต้านต่อสมรรถภาพทางกีฬาของนักกีฬาฟุตซอลผลการวิจัยพบว่า การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกแรงต้านสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกีฬาของนักกีฬาฟุตซอลได้ และยังพบอีกว่ากลุ่มฝึกเชิงซ้อน ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อและประสิทธิภาพทางเทคนิคได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับฟุตซอล จากข้อมูลดังกล่าว นักกีฬาฟุตซอลจึงต้องมีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในด้านความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถ

ในการวิ่งที่จะทำให้ผู้เล่นได้เปรียบและประสบความสำเร็จในการแข่งขัน จึงจำเป็นต้องมีโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้าน เพื่อพัฒนาพลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและโปรแกรมการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ เพื่อพัฒนาความสามารถในการวิ่ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาจึงมักเป็นเรื่องยากสำหรับนักกีฬาที่จะใช้เวลาที่จำเป็นสำหรับการฝึกซ้อมและการฟื้นฟูเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ แม้ว่าจะมีการวิจัยศึกษาผลของการฝึกแบบเชิงซ้อนมาก่อนแล้วแต่การฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่มีผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งยังไม่มีการศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่มีผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งในนักกีฬาฟุตบอล เพื่อพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งในส่วนของคุณวเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำของนักกีฬาฟุตบอลให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เล่นได้เปรียบและมีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งที่ดียิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการฝึกและการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่ส่งผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอล

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่ส่งผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอล

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถเพิ่มสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งในนักกีฬาฟุตบอล

2. การฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถเพิ่มสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอลได้แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย โดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2566 โครงการวิจัยเลขที่ 660158

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอล สมาชิกชมรมฟุตบอล มหาวิทยาลัยบูรพา เพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กำหนดการทดสอบสมมติฐานเป็นทางเดียว (One-tailed test) คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การคำนวณด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.9.2

กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test; β) ที่ 0.75 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ได้ขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.25 ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 33 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 10 จึงได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ 36 คน โดยกลุ่มตัวอย่างผ่านการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว หลังจากนั้นแบ่งออกเป็นสามกลุ่ม กลุ่มละ 12 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและกลุ่มที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาฟุตซอลชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี
2. มีประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตซอลไม่ต่ำกว่า 1 ปี
3. มีการฝึกซ้อมเป็นประจำอย่างน้อย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์
4. มีความแข็งแรงขั้นพื้นฐานในการแบกน้ำหนักในท่าบาร์เบล แบคสควอท (Barbell back squat) ที่มุมเข่า 90 องศาแล้วเหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว
5. ไม่มีอาการบาดเจ็บที่ขา สะโพก หรือข้อเท้า และกล้ามเนื้ออย่างน้อย 2 เดือน ก่อนเข้าร่วมวิจัย
6. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
7. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีประสบการณ์ในการยกน้ำหนักอย่างถูกวิธี หากไม่มีประสบการณ์ผู้วิจัยจะมีการอบรมก่อนการเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ เป็นต้น
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าร่วมการฝึกน้อยกว่าร้อยละ 80 (เข้าร่วมการฝึกน้อยกว่า 10 ครั้งจากทั้งหมด 12 ครั้ง)
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อความสามารถในการวิ่งของนักกีฬาฟุตซอล การฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกแบบเชิงซ้อน
2. ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนร่วมกับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Complex training with repeated sprint) และนำโปรแกรมการฝึกเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนการนำไปใช้
3. ตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมการฝึกและหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence; IOC) ของรูปแบบการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการวิ่งในกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านกีฬาฟุตซอล 2 ท่าน ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.92
4. ติดต่อขอใช้สถานที่และเครื่องมือที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา

5. ประกาศรับสมัครการประชาสัมพันธ์ป้ายติดประกาศโดยผู้วิจัยที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ติดต่อประสานงานกับบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย อธิบายวัตถุประสงค์ ความเป็นมาและประโยชน์ของงานวิจัยในการขอความร่วมมือนักกีฬาฟุตบอลเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมวิจัยไม่มีส่วนได้ส่วนเสียซึ่งกันและกันไม่มีการบังคับเข้าร่วมงานวิจัยทั้งสิ้น

6. ชี้แจงการฝึกและการดูแลความปลอดภัยระหว่างการฝึก วิธีการฝึกทั้ง 3 โปรแกรมและวิธีการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่ง การดูแลรักษาอุปกรณ์ รวมทั้งการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ อย่างถูกต้องเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงวิธีการดำเนินการวิจัย การควบคุมการฝึก และการรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเป็นมาตรฐานเดียวกันให้กับผู้ช่วยวิจัยทั้ง 4 ท่าน

7. คัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยจากเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ทำการสอนและให้ฝึกปฏิบัติในท่าบาร์เบลแบ็คสควอท รวมถึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อควรระวังและมาตรการด้านความปลอดภัยในการฝึกให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยดำเนินการเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แก่ผู้สมัครเข้าร่วมการวิจัย

8. เก็บข้อมูลทางสรีรวิทยาเช่น น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) ข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่ง ก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6

9. ทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ โดยหาความแข็งแรงสูงสุด (1RM) และความแข็งแรงสัมพันธ์ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) ที่มุมเข่า 90 องศา นำไปเปรียบเทียบ

ตารางของ Baechle และ Earle ปี ค.ศ. 2000 เพื่อหาค่าความแข็งแรงสูงสุด มีหน่วยเป็นกิโลกรัม และทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขาด้วยท่า Standing long jump (SLJ) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (Krishnan et al., 2017)

10. ทดสอบความสามารถในการวิ่ง โดยทดสอบความเร็วในการวิ่งระยะทาง 5, 10 และ 20 เมตร (Speed) ด้วยอุปกรณ์ Swift speed Light timing gate มีหน่วยเป็นวินาที (Nakamura et al., 2016) ทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว (Agility T-Test) เพื่อวัดความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง โดยการวิ่งทางตรงการวิ่งสไลด์ด้านข้าง และการวิ่งถอยหลัง มีหน่วยเป็นวินาที (García-Unanue et al., 2020) และทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำเที่ยวด้วยการวิ่งไป-กลับ (The repeated shuttle sprint test: RSST) ระยะทางในการทดสอบ 20 เมตร (ระยะรวมแต่ละเที่ยว 40 เมตร) ด้วยความสามารถสูงสุด จำนวน 7 เที่ยว พักระหว่างเที่ยว 25 วินาที บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการวิ่งแต่ละรอบเพื่อนำไปหาเวลาเฉลี่ยต่อรอบและความเร็วสูงสุด (Pakdeebun et al., 2018)

11. โปรแกรมการฝึกทำการฝึกตามโปรแกรมการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน จะทำการฝึกในวันอังคารและวันศุกร์ใช้เวลา 1 ชั่วโมงต่อครั้ง ก่อนและหลังการฝึกปฏิบัติทำอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นทุกครั้ง โดยจะมีผู้วิจัยและผู้ควบคุมดูแลในการฝึก

11.1) กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) ด้วยท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 80% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง (จังหวะในการเคลื่อนไหวเร็ว) ฝึกจำนวน 3 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที ระยะเวลาในฝึกทั้งหมด 35 นาที

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และดัชนีมวลกายก่อนการฝึก

ข้อมูลพื้นฐาน	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
อายุ (ปี)	20.00±0.42	20.00±0.51	19.00±0.62
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	176.41±5.72	176.58±5.77	175.58±6.03
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	73.80±11.24	68.85±9.16	70.95±14.24
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	23.63±2.74	22.87±3.43	22.87±3.43

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน (n=12)

กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (n=12)

กลุ่มที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (n=12)

11.2) กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Repeated sprint training) ฝึกด้วยการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำโดยออกแรงสูงสุดที่ระยะทาง 20 เมตร จำนวน 4 รอบ อัตราส่วนระยะเวลาพักระหว่างรอบ วิ่ง:พัก อยู่ที่ 1:5 (วินาที) พักระหว่างเซต 5 นาที ฝึกจำนวน 3 เซต ระยะเวลาในฝึกทั้งหมด 35 นาที

11.3) กลุ่มที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Complex training with resistance and repeated sprint training) ด้วยท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 80% 1RM จำนวน 6 ครั้ง (จังหวะในการเคลื่อนไหวเร็ว) พัก 30 วินาที แล้วต่อด้วยการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำโดยออกแรงสูงสุดที่ระยะทาง 20 เมตร จำนวน 4 รอบ อัตราส่วนระยะเวลาพักระหว่างรอบ วิ่ง: พัก อยู่ที่ 1:5 พักระหว่างเซต 5 นาที ฝึกจำนวน 3 เซต ระยะเวลาในฝึกทั้งหมด 45 นาที

12. นำผลการทดสอบที่ได้คือ ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาตัวแปรสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา และตัวแปรความสามารถในการวิ่ง ความเร็วในการวิ่งระยะทาง

5,10 และ 20 เมตร ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

13. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป SPSS version 22.0 ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มการฝึก 3 กลุ่มและความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way Repeated ANOVA) ของตัวแปรสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่ง และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีการทดสอบของ Turkey

3. ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลกำหนดไว้ที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลด้านสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกายพบว่าทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 1

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของตัวแปรสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่ง ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ดังแสดงในตารางที่ 2

2.1) กลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน พบว่าสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ และความสามารถในการวิ่งในความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ความเร็วสูงสุดและความเร็วเฉลี่ย ก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 4 สัปดาห์ และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ อัตราความล้าก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าความสามารถในการวิ่งในความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็วในการวิ่งที่ระยะทาง 5,10 และ 20 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2) กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ พบว่าสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในพลังของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 4 สัปดาห์และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ และความสามารถในการวิ่งในความ

คล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ความเร็วสูงสุดก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 4 สัปดาห์ ความเร็วเฉลี่ยก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 4 สัปดาห์ และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในพลังของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่งในความเร็วในการวิ่งที่ระยะทาง 5,10 และ 20 เมตรและอัตราความล้าในความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3) กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ พบว่า สมรรถภาพของกล้ามเนื้อในความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ และความสามารถในการวิ่งในความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ความเร็วสูงสุดก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 4 สัปดาห์ ความเร็วเฉลี่ยและอัตราความล้า ก่อนการฝึกกับหลังการฝึก 4 สัปดาห์และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าความสามารถในการวิ่งในความเร็วในการวิ่งที่ระยะทาง 5,10 และ 20 เมตร ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4) กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำภายหลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่าสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงสัมพันธ์ พลังของกล้ามเนื้อขา และตัวแปรความสามารถในการวิ่ง ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 5, 10 และ 20 เมตร และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ระหว่างกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน (n=12) กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (n=12) และกลุ่มที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (n=12) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6

ตัวแปร	กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน		
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 4 สัปดาห์	หลังการฝึก 6 สัปดาห์
สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ (Muscular performance)			
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (1RM) ในท่าบาร์เบล แบคสควอท (กิโลกรัม)	116.66±17.61	124.58±17.72	136.91±17.86 ^a
ความแข็งแรงสัมพันธ์ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.58±0.16	1.67±0.15	1.83±0.19 ^a
พลังของกล้ามเนื้อขา ในท่ายืนกระโดดไกล (เซนติเมตร)	190.75±16.95	208.83±20.94	218.91±22.94 ^a
ความสามารถในการวิ่ง (Sprint ability)			
ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility T-test) (วินาที)	11.54±1.11	11.32±0.90	10.75±0.66
ความเร็วในการวิ่ง (Speed)			
ระยะทาง 5 เมตร (วินาที)	1.15±0.15	1.15±0.12	1.14±0.10
ระยะทาง 10 เมตร (วินาที)	1.89±0.12	1.89±0.17	1.86±0.08
ระยะทาง 20 เมตร (วินาที)	3.24±0.23	3.29±0.26	3.23±0.20
ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Repeated sprint ability)			
ความเร็วสูงสุด (วินาที)	8.40±0.79	7.51±0.31 ^a	7.74±0.39 ^a
ความเร็วเฉลี่ย (วินาที)	9.08±0.74	8.12±0.44 ^a	8.13±0.43 ^a
ดัชนีความล้า (ร้อยละ)	8.28±2.72	8.13±3.71	5.05±2.74 ^a

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ		
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 4 สัปดาห์	หลังการฝึก 6 สัปดาห์
สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ (Muscular performance)			
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (1RM) ในท่าบาร์เบล แบคสควอท (กิโลกรัม)	109.58±14.08	115.25±14.29	119.58±14.16 [#]
ความแข็งแรงสัมพันธ์ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.59±0.11	1.67±0.11	1.74±0.13 ^a
พลังของกล้ามเนื้อขา ในท่ายืนกระโดดไกล (เซนติเมตร)	199.58±26.63	231.50±22.68 ^{a,#}	245.83±24.31 ^{a,#}
ความสามารถในการวิ่ง (Sprint ability)			
ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility T-test) (วินาที)	11.31±0.61	10.86±0.50	10.17±0.56 ^a
ความเร็วในการวิ่ง (Speed)			
ระยะทาง 5 เมตร (วินาที)	1.18±0.13	1.07±0.12	1.06±0.16
ระยะทาง 10 เมตร (วินาที)	1.83±0.10	1.82±0.11	1.77±0.09
ระยะทาง 20 เมตร (วินาที)	3.16±0.13	3.14±0.22	3.09±0.35
ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Repeated sprint ability)			
ความเร็วสูงสุด (วินาที)	7.86±0.38	7.30±0.37 ^a	7.48±0.35
ความเร็วเฉลี่ย (วินาที)	8.56±0.50	7.69±0.44 ^a	7.96±0.42 ^a
ดัชนีความล้า (ร้อยละ)	8.90±3.70	5.46±3.96	6.35±3.27

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้าน ควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ		
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 4 สัปดาห์	หลังการฝึก 6 สัปดาห์
สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ (Muscular performance)			
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (1RM) ในท่าบาร์เบล แบคสควอท (กิโลกรัม)	113.00±18.45	122.33±17.64	134.16±18.53 ^a
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.60±0.12	1.73±0.16	1.90±0.17 ^{a,b}
พลังของกล้ามเนื้อขา ในท่ายืนกระโดดไกล (เซนติเมตร)	196.08±26.65	213.41±23.46	228.50±25.14 ^a
ความสามารถในการวิ่ง (Sprint ability)			
ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility T-test) (วินาที)	11.75±0.79	11.27±0.54	10.54±0.67 ^{a,b}
ความเร็วในการวิ่ง (Speed)			
ระยะทาง 5 เมตร (วินาที)	1.15±0.12	1.16±0.09	1.09±0.15
ระยะทาง 10 เมตร (วินาที)	1.82±0.12	1.81±0.10	1.79±0.08
ระยะทาง 20 เมตร (วินาที)	3.19±0.16	3.18±0.17	3.13±0.14
ความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Repeated sprint ability)			
ความเร็วสูงสุด (วินาที)	8.01±0.59	7.44±0.42 ^a	7.63±0.41
ความเร็วเฉลี่ย (วินาที)	8.96±0.86	7.90±0.43 ^a	8.00±0.47 ^a
ดัชนีความล้า (ร้อยละ)	11.80±6.57	6.22±3.96 ^a	4.76±2.04 ^a

^a แตกต่างกับ ก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

^b แตกต่างกับ หลังการฝึก 4 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

[#] แตกต่างกับ กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

[®] แตกต่างกับ กลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยทั้งสองกลุ่มมีการฝึกด้วยแรงต้านในท่าบาร์เบล แบ็ค สควอท ที่ความหนัก 80% ของความหนักสูงสุดที่สามารถทำได้ในหนึ่งครั้ง (1RM) จำนวน 6 ครั้ง เป็นท่าที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขาได้ผ่านกลไกหลายประการดังนี้ การรับแรงต้านสูง (High Load Resistance) การฝึกที่ความหนัก 80% ของ 1RM นั้นทำให้กล้ามเนื้อต้องรับแรงต้านที่สูง ซึ่งกระตุ้นการสร้างแรงและพลังงานของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber Recruitment) การฝึกด้วยน้ำหนักที่หนักนั้นช่วยกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อแบบเร็ว (fast-twitch muscle fibers) ซึ่งมีศักยภาพในการสร้างแรงมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อแบบช้า (slow-twitch muscle fibers) การฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูงยังช่วยให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายจากการฝึกซ้ำอย่างต่อเนื่อง โดยส่งผลกระทบต่อหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ (Motor unit) ทำให้กล้ามเนื้อทำงานประสานกันมากขึ้น (Rey et al., 2017) ส่งผลต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขาส่วนล่าง (กล้ามเนื้อต้นขา และน่อง) สอดคล้องกับ Buchheit และ Laursen (2013) กล่าวว่า ก่อนเริ่มต้นในการฝึกของโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนจะต้องมีโปรแกรมฝึกพลังกล้ามเนื้อประกอบด้วย ซึ่งเป็นไปตามหลักการของรูปแบบการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ช่วยให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาทั้งพลังและความแข็งแรงควบคู่กันไป การพัฒนาระบบประสาท (Neural Adaptation) การฝึกหนักยังช่วย

เพิ่มการประสานงานระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ทำให้การสั่งการและควบคุมกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับ Jenkins และคณะ (2016) ได้ศึกษาการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกความต้านทานสูงสุด 80% เทียบกับ 30% 1 ครั้งจนล้มเหลวเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าการฝึกด้วยความหนัก 80% ของ 1RM สามารถเพิ่มการกระตุ้นกล้ามเนื้อและแอมพลิจูดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่เบา กว่า เช่น 30% ของ 1RM ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกที่ความหนักสูงสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ดีกว่า การเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) การฝึกด้วยความหนักในระดับนี้ทำให้เกิดการบาดเจ็บของเส้นใยกล้ามเนื้อในระดับจุลภาค ซึ่งกระตุ้นให้ร่างกายซ่อมแซมและสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อใหม่ ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้นส่งผลให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้น เกิดการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรงและสามารถหดตัวได้เร็วและแรงขึ้น (Schoenfeld, 2010) สอดคล้องกับ Ribeiro และคณะ (2023) ศึกษาผลของการฝึกในท่าบาร์เบล แบ็คสควอท ส่งผลให้เกิดกระบวนการ Hypertrophy ในกล้ามเนื้อต้นขาและสะโพก (Quadriceps femoris, Hamstrings, Gluteus maximus) ส่งผลให้ปริมาตรกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและ Rosenberger และคณะ (2017) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อในการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่าพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสนับสนุนกระบวนการ Hypertrophy ที่เกิดจากการฝึกที่ความหนัก 80% ของความหนักสูงสุดที่สามารถทำได้ในหนึ่งครั้ง (1RM) แต่ MacDonald

และคณะ (2012) ผลของการฝึกด้วยแรงต้าน 6 สัปดาห์พบว่า ความหนักสูงสุดที่สามารถทำได้ในหนึ่งครั้ง (1RM) และเส้นรอบวงของกลุ่มกล้ามเนื้อขา (quadriceps, triceps surae) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นผลมาจากการปรับตัวของประสาทและกล้ามเนื้อ และพบว่าในกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างกับก่อนการฝึก ซึ่งกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานและระบบประสาท Bishop และคณะ (2011) กล่าวว่า การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเป็นการฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถในการออกซิเดชัน การฟื้นตัวของฟอสโฟครีเอทีน และการบัพเฟอร์ของไฮโดรเจน และปัจจัยทางระบบประสาท สอดคล้องกับ Sánchez และคณะ (2019) กล่าวว่า การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการวิ่งได้ แต่พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้เพียงเล็กน้อย การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการเผาผลาญและระบบประสาทกล้ามเนื้อมากกว่าการเพิ่มขนาดหรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะต้องใช้ปริมาณและความเข้มข้นของการฝึกแบบแรงต้านจึงจะนำไปสู่การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ (Ochi et al., 2018)

พลังของกล้ามเนื้อ ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก 5 และยังคงพบว่ากลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำแตกต่างกันที่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อขาใช้ท่ายืนกระโดดไกล Nakai และคณะ (2024) กล่าวว่า การทดสอบยืนกระโดดไกลเป็นวิธีที่มี

ประสิทธิภาพในการวัดความสามารถของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในกีฬาฟุตบอลซึ่งต้องการพลังการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ Sammoud และคณะ (2024) ศึกษา นักฟุตบอลชาย ในการทดสอบท่ายืนกระโดดไกลบ่งชี้ถึงความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีการฝึกด้วยแรงต้านที่สามารถพัฒนาแรงของกล้ามเนื้อได้ ซึ่งแรงเป็นตัวแปรหนึ่งของพลัง ดังสมการของพลังกล้ามเนื้อ เท่ากับผลคูณของแรงหดตัวและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ($Power = Force \times Velocity$) สอดคล้องกับ Lu และคณะ (2023) การฝึก แบ็ค สควอท สามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด ความสูงของการกระโดด พลังสูงสุดและแรงได้ (peak power, force) ในกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ใช้การวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ Turner และคณะ (2013) กล่าวว่า การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ เป็นรูปแบบหนึ่งที่มีความหนักสูง ซึ่งประกอบด้วยการวิ่งแบบซ้ำระยะเวลาสั้นพร้อมกับช่วงพักที่สั้น ส่งผลให้เกิดการประสานงานระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อสามารถสร้างแรงมากขึ้นอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสอดคล้องกับ Karatzaferi และคณะ (2001) การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถทำให้กล้ามเนื้อเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อเส้นใยชนิดเร็ว ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อโดยตรงเนื่องจากมีความสามารถในการสร้างแรงมากกว่า ดังนั้นเมื่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อมากขึ้น

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ภายหลังจากการฝึก 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าพลังของกล้ามเนื้อของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านกับกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยพลังของ

กล้ามเนื้อขาในท่ายืนกระโดดไกล ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 พบว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.76 และกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.17 ซึ่งมีร้อยละของค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีการพัฒนาในเส้นใยกล้ามเนื้อและระบบพลังงานที่ใกล้เคียงกับความต้องการของกิจกรรม ซึ่งการปรับปรุงนี้ทำให้มีการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการฝึกด้วยแรงต้าน แม้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านจะใช้สำหรับการพัฒนาความแข็งแรงและการขยายตัวของกล้ามเนื้อ แต่การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำอาจมีประสิทธิภาพเท่าเทียมหรือดีกว่าในการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในกิจกรรมที่ต้องการพลังของกล้ามเนื้อ

ความสามารถในการวิ่ง

ความคล่องแคล่วว่องไว ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เป็นไปได้ว่าการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำส่งผลให้เกิดการกระตุ้นกล้ามเนื้อและระบบประสาทให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในการเร่งความเร็วและเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ซึ่งช่วยให้กล้ามเนื้อทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผลของการฝึกส่งผลให้เกิดพลังช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสร้างแรงอย่างรวดเร็วซึ่งมีความสำคัญสำหรับการเปลี่ยนทิศทางและการเร่งอย่างรวดเร็วที่เป็นส่วนสำคัญของความคล่องแคล่วว่องไว สอดคล้องกับ Loturco และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาผลของการวิ่งแบบผสมที่มีความสามารถ

ในการเปลี่ยนทิศทางในนักฟุตบอลชายภายหลังการฝึก 5 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่ามีความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางที่ดีขึ้น และยังพบว่าในกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ หลังจากการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์แตกต่างกัน เนื่องจากกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเป็นการด้วยแรงต้านแล้วต่อด้วยการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ซึ่ง Maio Alves และคณะ (2010) ได้ให้ความหมายของการฝึกเชิงซ้อนคือการเคลื่อนไหวมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับการฝึกเชิงซ้อนด้วยน้ำหนักที่มากแล้วตามด้วยการเคลื่อนไหวการออกกำลังกายแบบบูรณาการ ซึ่งใช้ทั้งแบบฝึกที่พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและแบบฝึกที่พัฒนาพลังของกล้ามเนื้ออยู่ในแบบฝึกเดียวกัน สอดคล้องกับแนวคิดของ Sheppard และ Young (2006) ที่กล่าวว่าความคล่องแคล่วว่องไวมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกายที่สามารถฝึกได้ เช่น ความแข็งแรง พลัง และเทคนิค แต่ในขณะที่กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านเน้นไปที่การฝึกพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จึงไม่พบความแตกต่างภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์

ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตร ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ความเร็วในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตร ไม่พบแตกต่างกับก่อนการฝึก แต่พบว่ามีเวลาที่ลดลงในแต่ละกลุ่มดังนี้ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านมีร้อยละของเวลาที่ลดลงในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตรอยู่ที่ร้อยละ 0.89, 3.48, 0.31 ตามลำดับ กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ มีร้อยละของเวลาที่ลดลงในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตรอยู่ที่ร้อยละ 10.17,

3.28, 2.22 ตามลำดับ และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีร้อยละของเวลาที่ลดลงในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตรอยู่ที่ร้อยละ 1.65, 5.22, 1.88 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Taylor และคณะ (2015) ได้ทำการศึกษาผลของการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำพบว่า จะมีการพัฒนาเพียงเล็กน้อยในความเร็วในการวิ่งระยะทาง 10 และ 20 เมตร สอดคล้องกับ Hammami และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนัก 70-90% ของความหนักสูงสุด (1RM) พบว่าเวลาในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังการฝึก 8 สัปดาห์ เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของทั้งสามกลุ่ม ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ไม่พบแตกต่างกัน และตัวแปรความเร็วสูงสุดในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ภายหลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ แตกต่างกับก่อนการฝึก และพบว่า ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน แตกต่างกับก่อนการฝึก ความเร็วสูงสุดในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ คือความเร็วสูงสุดที่ผู้ทดสอบสามารถทำได้ จากจำนวนรอบทั้งหมดของการทดสอบวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และยังพบว่า ภายหลังจากการฝึก 4 และ 6 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน กลุ่มฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ แตกต่างกับก่อนการฝึก ความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำระยะเวลาของการวิ่งแต่ละรอบหารด้วยจำนวนรอบทั้งหมด นอกจากนี้ พบว่า อัตราความล้าในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ ในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ แตกต่างกับก่อนการฝึก อัตราความล้าในการวิ่งระยะ

สั้น คำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้ อัตราความล้า (%) = $[100 - (\text{ความเร็วสูงสุด} / \text{ความเร็วเฉลี่ย})] \times (100)$ สอดคล้องกับ Rampinini และคณะ (2007) และ Impellizzeri และคณะ (2008) ใช้ในการคำนวณอัตราความล้าในการทดสอบวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ การทดสอบความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ (Repeated-Sprint Test) มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ ระบบพลังงาน ใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic energy systems) เป็นหลักโดยเฉพาะระบบฟอสเฟจเจนและแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส เพื่อให้พลังงานในการวิ่งด้วยความพยายามสูงสุดในระยะเวลาที่สั้น ประสิทธิภาพของระบบพลังงานเหล่านี้ จะมีผลต่อความสามารถในการสร้างและรักษาความเร็วสูงสุด กล้ามเนื้อใช้กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch muscle fibers) มีหน้าที่สำคัญในการทำการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและการวิ่งด้วยความเร็วสูง นักกีฬาที่มีสัดส่วนกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมักกว่าอาจแสดงประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการทดสอบ (Girard et al., 2011) ซึ่งกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีการฝึกด้วยแรงต้านซึ่งเป็นรูปแบบของการฝึกที่ช่วยพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Paz-Franco และคณะ (2017) ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านในความถี่ที่แตกต่างกันต่อความสามารถในการกระโดด วิ่ง และวิ่งซ้ำในผู้เล่นฟุตบอลมืออาชีพ พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านสองครั้งต่อสัปดาห์สามารถพัฒนาความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำได้ และยังพบว่า ภายหลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ แตกต่างกับก่อนการฝึก อาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำมีการฝึกสองขั้นตอน คือ ขั้นตอนหนึ่ง

ฝึกแรงต้านเพื่อกระตุ้นระบบประสาทของกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนที่สองฝึกการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ โดยผลที่ได้ก็นั้นเกิดจากการกระตุ้นระบบประสาทจากขั้นตอนที่หนึ่งโดย Maio Alves และคณะ (2010) ได้ให้ความหมายของการฝึกเชิงซ้อนสลับการเคลื่อนไหวมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับการฝึกเชิงซ้อนด้วยน้ำหนักที่มากแล้วตามด้วยการเคลื่อนไหวการออกกำลังกายแบบรุนแรงต่อเนื่องกัน ลักษณะนี้จะช่วยในการกระตุ้นปลายประสาทของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Torres-Torrel และคณะ (2018) ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานและการวิ่งเปลี่ยนทิศทางที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำในผู้เล่นฟุตบอล พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานและการวิ่งเปลี่ยนทิศทางในระยะเวลา 6 สัปดาห์สามารถพัฒนาความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำได้

จากการศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำในนักกีฬาฟุตบอล สามารถพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและความสามารถในการวิ่งได้ โดยกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อได้ทั้งความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ ในขณะที่กลุ่มการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขาได้เพียงอย่างเดียว ในส่วนของความสามารถในการวิ่งในด้านความคล่องแคล่วว่องไวพบว่ากลุ่มการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ และกลุ่มการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ สามารถพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวได้และ ยังพบอีกว่า

กลุ่มการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 6 มีความแตกต่างกับกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้าน แต่ทั้งสามกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความสามารถในการวิ่งระยะทาง 5,10 และ 20 เมตร แต่พบว่าทั้งสามกลุ่มมีความเร็วสูงสุดและความเร็วเฉลี่ยในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำที่แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดัชนีความล่าช้าในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านและการฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำเท่านั้น

สรุปผลการวิจัย การฝึกเชิงซ้อนด้วยแรงต้านควบคู่กับการฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำสามารถพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ ในนักกีฬาฟุตบอลได้ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านและฝึกวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำ

กิตติกรรมประกาศ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนการวิจัย และคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพาที่ได้ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในด้านบุคลากร อุปกรณ์ และสถานที่ที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้เข้าร่วมการวิจัย และผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V., and Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition.

- Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63-73.
- Bishop, D., Girard, O., and Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(9), 741-756.
- Buchheit, M., and Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(5), 313-338.
- Caetano, F. G., de Oliveira Bueno, M. J., Marche, A. L., Nakamura, F. Y., Cunha, S. A., and Moura, F. A. (2015). Characterization of the sprint and repeated-sprint sequences performed by professional futsal players, according to playing position, during official matches. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(6), 423-429.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda Vera, J., and Barbero Alvarez, J. C. (2009). Match demands of professional Futsal: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490-494.
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Arruda, A. F. S., Guerriero, A., Azevedo, P. H. S. M., and Loturco, I. (2019). Influence of strength and power capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, 68, 167-176. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0069>
- García-Unanue, J., Felipe, J. L., Bishop, D., Colino, E., Ubago-Guisado, E., López-Fernández, J., Hernando, E., Gallardo, L., and Sánchez-Sánchez, J. (2020). Muscular and physical response to an agility and repeated sprint tests according to the level of competition in futsal players. *Frontiers in Psychology*, 11, 583327. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.583327>
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., and Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(8), 673-694.
- Hammami, M., Negra, Y., Billaut, F., Hermassi, S., Shephard, R. J., and Chelly, M. S. (2018). Effects of lower-limb strength training on agility, repeated sprinting with changes of direction, leg peak power, and neuromuscular adaptations of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 37-47.

- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., and Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated-sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 899-905.
- Jenkins, N. D., Housh, T. J., Buckner, S. L., Bergstrom, H. C., Cochrane, K. C., Hill, E. C., Smith, C. M., Schmidt, R. J., Johnson, G. O., and Cramer, J. T. (2016). Neuromuscular adaptations after 2 and 4 weeks of 80% versus 30% 1 repetition maximum resistance training to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2174-2185.
- Karatzafiri, C., De Haan, A., Van Mechelen, W., and Sargeant, A. J. (2001). Metabolic changes in single human muscle fibres during brief maximal exercise. *Experimental Physiology*, 86(3), 411-415.
- Krishnan, A., Sharma, D., Bhatt, M., Dixit, A., and Pradeep, P. (2017). Comparison between standing broad jump test and wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen. *Medical Journal, Armed Forces India*, 73(2), 140-145.
- Loturco, I., Kobal, R., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., Faust, B., Almeida, L., and Pereira, L. A. (2017). Mixed training methods: effects of combining resisted sprints or plyometrics with optimum power loads on sprint and agility performance in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 8, 1034. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01034>
- Lu, W., Du, Z., and Zhou, A. (2023). Fast and medium tempo resistance training with a low number of repetitions in trained men: effects on maximal strength and power output. *Journal of Human Kinetics*, 87, 157-165. <https://doi.org/10.5114/jhk/161472>
- 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.

- Maio Alves, J. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., and Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(4), 936-941.
- Milioni, F., Vieira, L. H., Barbieri, R. A., Zagatto, A. M., Nordsborg, N. B., Barbieri, F. A., Dos-Santos, J. W., Santiago, P. R., and Papoti, M. (2016). Futsal Match-Related Fatigue Affects Running Performance and Neuromuscular Parameters but Not Finishing Kick Speed or Accuracy. *Frontiers in Physiology, 7*, 518. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00518>
- Nakai, Y., Usumoto, Y., Takeshita, Y. (2024) The effects of regional muscle strength and mass on standing long jump performance. *Muscles, 3*(1), 60-70.
- Nakamura, F. Y., Pereira, L. A., Rabelo, F. N., Ramirez-Campillo, R., and Loturco, I. (2016). Faster futsal players perceive higher training loads and present greater decreases in sprinting speed during the preseason. *Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(6), 1553-1562.
- Nedrehagen, E. S., and Saeterbakken, A. H. (2015). The effects of in-season repeated sprint training compared to regular soccer training. *Journal of Human Kinetics, 49*(1), 237-244.
- Ochi, E., Maruo, M., Tsuchiya, Y., Ishii, N., Miura, K., and Sasaki, K. (2018). Higher training frequency is important for gaining muscular strength under volume-matched training. *Frontiers in Physiology, 9*, 744. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00744>
- Paz-Franco, A., Rey, E., and Barcala-Furelos, R. (2017). Effects of 3 different resistance training frequencies on jump, sprint, and repeated sprint ability performances in professional futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 31*(12), 3343-3350.
- Pakdeebun, P., Makaje, N., and Phimpaphorn, P. 2018. Validity and reliability of three difference repeated sprint ability tests in soccer players. *Journal of Sports Science and Technology, 18*(2), 48-60.

- Piakaew, N., Suwannate, C., & Awilai, N. (2023). The Acute Effects of Swedish Ice Massage on Muscle Relaxation after Training in Futsal Athletes. *Journal of Sports Science and Health, 24*(3), 28-41.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., and Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine, 28*(3), 228-235.
- Rey, E., Padrón-Cabo, A., and Fernández-Penedo, D. (2017). Effects of sprint training with and without weighted vest on speed and repeated sprint ability in male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 31*(10), 2659-2666.
- Ribeiro, A. S., Santos, E. D., Nunes, J. P., Nascimento, M. A., Graça, Á., Bezerra, E. S., and Mayhew, J. L. (2023). A brief review on the effects of the squat exercise on lower-limb muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal, 45*(1), 58-66.
- Rosenberger, A., Beijer, Å., Johannes, B., Schoenau, E., Mester, J., Rittweger, J., and Zange, J. (2017). Changes in muscle cross-sectional area, muscle force, and jump performance during 6 weeks of progressive whole-body vibration combined with progressive, high intensity resistance training. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, 17*(2), 38-49.
- Taylor, J., Macpherson, T., Spears, I., and Weston, M. (2015). The effects of repeated-sprint training on field-based fitness measures: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 45*(6), 881-891.
- Torres-Torrelo, J., Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Yañez-García, J. M., and González-Badillo, J. J. (2018). Effects of resistance training and combined training program on repeated sprint ability in futsal players. *International Journal of Sports Medicine, 39*(7), 517-526.
- Turner, A. N., and Stewart, P. (2013). Repeat sprint ability. *Strength & Conditioning Journal, 35*(1), 37-41.

- Sammoud, S., Negra, Y., Bouguezzi, R., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Bishop, C., and Chaabene, H. (2024). Effects of plyometric jump training on measures of physical fitness and lower-limb asymmetries in prepubertal male soccer players: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 16*(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00821-9>
- Sánchez-Sánchez, J., García-Unanue, J., Hernando, E., López-Fernández, J., Colino, E., León-Jiménez, M., and Gallardo, L. (2019). Repeated sprint ability and muscular responses according to the age category in elite youth soccer players. *Frontiers in Physiology, 10*, 175. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00175>
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(10), 2857-2872.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., and Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 35*(12), 1025-1044.
- Sheppard, J. M., and Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences, 24*(9), 919-932.
- Spyrou, K., Freitas, T. T., Marín-Cascales, E., and Alcaraz, P. E. (2020). Physical and physiological match-play demands and player characteristics in futsal: a systematic review. *Frontiers in psychology, 11*, 569897. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.569897>
- Zhai, Y., and Qin, G. (2024). A comparative study of 8-week complex training and resistance training on athletic performance of amateur futsal players. *Frontiers in Physiology, 15*, 1360440. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1360440>