

การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ล้อยุนกำลังที่มีต่อ
ความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาฟุตบอล
COMPARISON OF TRADITIONAL RESISTANCE TRAINING AND FLYWHEEL TRAINING
ON AGILITY AND CHANGE-OF-DIRECTION ABILITY IN FOOTBALL PLAYERS

เจษฎาภรณ์ พุ่มภาชี¹ ธนภัทร เฉลิมแสน¹ รัฐพล สุบรรณวงศ์¹ อธิธิพร สมบัติ¹ ธเนษฐพงษ์ สุขวงศ์¹
ยุทธนา เรียนสร้อย¹ และ นรารักษ์ ไทยประเสริฐ^{1*}

Jessadaphon Phumphachi¹, Thanaphat Chalomsaen¹, Ratthaphon Subannawong¹,
Ittiphon Sombat¹, Thanatpong Sukwong¹, Yutthana Riansoi¹
and Nararuk Thaiprasert^{1*}

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร

¹Department of Sports Science and Exercise, Faculty of Sciences, Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok

*Corresponding Author: nararuk.t@chandra.ac.th

Received: February 10, 2026

Revised: March 26, 2026

Accepted: March 29, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและการฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังที่มีต่อความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฟุตบอลชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยใช้วิธีจับคู่จากเวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test ก่อนการฝึก แล้วสุ่มเข้ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลัง ทั้งสองกลุ่มฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละประมาณ 60 นาที ในช่วงก่อนการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติของทีม โดยในวันอื่นยังคงฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมของทีมเหมือนกันทุกประการ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ Illinois Agility Test และ 505 Agility Test วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ Paired sample t-test และ Independent sample t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่มมีเวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test และ 505 Agility Test ลดลงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีเวลาในการทดสอบทั้งสองรูปแบบต่ำกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบใช้ล้อยุนกำลัง ให้ผลในการพัฒนาความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการฝึกแบบดั้งเดิม

คำสำคัญ: การฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลัง, การฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม, ความคล่องตัว, ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง นักกีฬาฟุตบอล

Abstract

The purposes of this study were to investigate and compare the effects of traditional resistance training and flywheel training on agility and change-of-direction ability in football players. The participants were 36 male football players from Chandrakasem Rajabhat University, selected using purposive sampling. They were divided into two groups of 18: the Traditional Resistance Training group and the Flywheel Training group. Group allocation was performed using a matched-pair design based on pre-test Illinois Agility Test times, followed by random assignment. Both groups completed their respective training programs for 8 weeks, twice per week, with each session lasting approximately 60 minutes. Training sessions were conducted prior to regular team practices, while on other days, all participants followed the same routine

football training program. Agility and change-of-direction ability were assessed using the Illinois Agility Test and the 505 Agility Test. Data were analyzed using means, standard deviations, paired-sample t-tests, and independent-sample t-tests, with the level of statistical significance set at 0.05. The results revealed that after 8 weeks of training, both groups demonstrated significantly reduced completion times in both the Illinois Agility Test and the 505 Agility Test compared with pre-training values ($p < 0.05$). Furthermore, between-group comparisons showed that the flywheel training group achieved significantly lower post-training times than the traditional resistance training group in both tests ($p < 0.05$). These findings indicate that flywheel training is more effective than traditional resistance training for improving agility and change-of-direction performance in football players.

Keywords: Flywheel training, Traditional resistance training, Agility, Change of direction, Football players

บทนำ

ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก ทั้งในระดับอาชีพ ระดับการแข่งขันนานาชาติ และกิจกรรมเพื่อการส่งเสริมสุขภาพ กีฬาฟุตบอลมีลักษณะการเล่นที่ต้องใช้ความหนักสูงและมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเคลื่อนไหวตลอดระยะเวลาการแข่งขัน นักกีฬาฟุตบอลจึงจำเป็นต้องปฏิบัติตามกิจกรรมที่หลากหลาย ตั้งแต่การเคลื่อนไหวที่มีความหนักต่ำ เช่น การเดินหรือการวิ่งเหยาะ ไปจนถึงการเคลื่อนไหวที่มีความหนักสูง เช่น การวิ่งสปринต์ การกระโดด การชะลอความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ตลอดการแข่งขัน ส่งผลให้นักกีฬาฟุตบอลจำเป็นต้องมีสมรรถภาพทางกายที่เพียงพอเพื่อรองรับความหนักของเกม (Rueangrit et al., 2023) ด้วยเหตุนี้ โปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีคุณภาพจึงควรมุ่งเน้นการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเล่นและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ

ในบริบทของกีฬาฟุตบอล ความคล่องตัว (Agility) และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ไม่เพียงแต่เป็นทักษะพื้นฐาน แต่ถือเป็นปัจจัยชี้ขาดสำคัญที่มีผลต่อศักยภาพการแข่งขันและขีดความสามารถเฉพาะตัวของนักกีฬา (Sun et al., 2025) โดยการเปลี่ยนทิศทางที่รวดเร็วจะช่วยให้ผู้เล่นสามารถเคลื่อนที่หลบหลีกคู่ต่อสู้หรือเข้าหาบอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ความคล่องตัวจะเป็นองค์ประกอบหลักในการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่คาดคิดในสนาม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของฟุตบอลที่ต้องอาศัยการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันร่วมกับความสามารถในการเร่งความเร็ว ชะลอความเร็ว และสร้างแรงเบรกเพื่อควบคุมร่างกายก่อนเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องพึ่งพาสมรรถภาพด้านความเร็วในการตอบสนอง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะการทำงานของระบบเอ็กเซนตริก รวมถึงทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบประสาทและกล้ามเนื้ออย่างเหมาะสม ซึ่งความสามารถเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการหลบหลีกคู่ต่อสู้ การเข้าหาบอล การสร้างพื้นที่ว่างในเกม และการสร้างความได้เปรียบในการควบคุมตัวต่อตัว (Chaouachi et al., 2012) นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Fiorilli et al., (2020) ยังชี้ให้เห็นว่าการฝึกที่มุ่งพัฒนาการควบคุมระบบประสาทสั่งการควบคู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการชะลอความเร็วและลดเวลาในการทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายดังกล่าว การฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม ซึ่งใช้แรงต้านจากน้ำหนักคงที่ เช่น บาร์เบลล์หรือดัมเบลล์ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการผลิตแรงซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญของสมรรถภาพเชิงกีฬา โดยความแข็งแรงดังกล่าวมีบทบาทต่อการเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนไหวในนักกีฬาฟุตบอล (Suchomel et al., 2018) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมจะมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความแข็งแรงพื้นฐาน แต่รูปแบบแรงต้านดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในการสร้างลักษณะการฝึกในช่วงการทำงานของกล้ามเนื้อจังหวะยืดตัว ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการชะลอความเร็วและการเปลี่ยนทิศทาง เนื่องจากไม่ได้สร้างความหนักที่เพียงพอในขณะที่กล้ามเนื้อยืดตัวอย่างเต็มที่ (Douglas et al., 2017) ซึ่งทำให้รูปแบบการฝึกดังกล่าวไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการสูงสุดของการเคลื่อนไหวเฉพาะในกีฬาฟุตบอล ที่ต้องอาศัยความสามารถในการชะลอความเร็ว และการจัดการกับแรงเบรกในระดับสูงก่อนการเปลี่ยนทิศทางอย่างฉับพลัน

ด้วยเหตุนี้ การฝึกแรงต้านด้วยอุปกรณ์ล้อตุ้ยกำลัง (Flywheel Training) จึงถูกนำมาใช้เป็นแนวทางใหม่สำหรับการฝึก เนื่องจากใช้หลักการแรงเฉื่อยจากโมเมนต์ของวงล้อที่สร้างแรงต้านแปรผันตามแรงที่นักกีฬาทะทำ ทำให้กล้ามเนื้อได้รับความหนักที่เพียงพอต่อการพัฒนาทั้งใน จังหวะหดตัว และ จังหวะยืดตัว ส่งผลให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อเกิดการปรับตัวเพื่อรับมือกับแรงเบรกและการควบคุมทิศทางได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักคงที่แบบเดิม (Beato et al., 2021) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของ Raya-González et al. (2021) ที่ระบุว่าการฝึกแบบล้อตุ้ยกำลังส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวทางการกีฬาที่หลากหลาย โดยเฉพาะความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of Direction) และการกระโดด และ Buonsenso et al. (2023) ที่กล่าวว่า การฝึกรูปแบบล้อตุ้ยกำลังสามารถเลียนแบบสภาวะการทำงานของกล้ามเนื้อนักกีฬาฟุตบอลที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในสนามมากกว่าการฝึกในรูปแบบอื่น

แม้ว่าการฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อตุ้ยกำลังจะได้รับการยอมรับว่าช่วยเพิ่มสมรรถภาพให้นักกีฬาได้เป็นอย่างดี แต่การศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมในนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่นหรือกึ่งอาชีพในประเทศไทยยังคงมีจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับผลของการฝึกในบริบทของนักกีฬาที่มีสภาพร่างกายแตกต่างจากนักกีฬาระดับอาชีพ นอกจากนี้การนำโปรแกรมดังกล่าวมาฝึกร่วมกับตารางซ้อมฟุตบอล รวมถึงการหาความสมดุลของปริมาณการฝึกที่เหมาะสม และโครงสร้างโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างจากนักกีฬาระดับอาชีพ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อศึกษาผลของการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ล้อตุ้ยกำลังที่มีต่อความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาฟุตบอล โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ล้อตุ้ยกำลังที่มีต่อความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาฟุตบอล ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อตุ้ยกำลัง และตั้งสมมติฐานว่าภายหลังการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยล้อตุ้ยกำลังจะมีพัฒนาการด้านความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางดีขึ้นกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรม การฝึกซ้อมที่เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะการเคลื่อนไหวเฉพาะของกีฬาฟุตบอล และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเล่นควบคู่กับการลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในระยะยาวต่อไป นอกจากนี้ ในเชิงกลไกทางสรีรวิทยา การฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อตุ้ยกำลัง มีลักษณะเด่นในการสร้างความหนักเกินในช่วงการยืดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งส่งผลต่อการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อในหลายมิติ โดยเฉพาะการเพิ่มการกระตุ้นของระบบประสาทสั่งการ และการสรรหา motor unit ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อความสามารถในการสร้างแรงและการควบคุมการเคลื่อนไหวในช่วงการชะลอความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางอย่างฉับพลัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ปีการศึกษา 2568 จำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ปีการศึกษา 2568 จำนวน 36 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้โปรแกรม G*Power เวอร์ชัน 3.1.9.4 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ 0.05 กำหนดอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) เท่ากับ 0.95 และกำหนดขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 1.12 ซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัยของ Peng et al. (2025) ผลการคำนวณได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มละ 18 คน รวมทั้งสิ้น 36 คน จากนั้นผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- (1) กลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional Resistance Training)
- (2) กลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อตุ้ยกำลัง (Flywheel Training)

โดยใช้วิธีการจับคู่ (Matched pair) จากเวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test ก่อนการฝึก แล้วจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อให้ทั้งสองกลุ่มมีความใกล้เคียงกัน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็น นักกีฬาฟุตบอลชาย ของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ปีการศึกษา 2568
2. มีอายุระหว่าง 18 – 25 ปี
3. มีการฝึกซ้อมประจำตามโปรแกรมของทีมอย่างต่อเนื่อง อย่างน้อย 3 เดือนก่อนเข้าร่วมวิจัย
4. ยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ และยินยอมปฏิบัติตามโปรแกรมการฝึกที่กำหนด

เกณฑ์การคัดเลือกรอกจากการวิจัย (Exclusion criteria)

1. มีอาการบาดเจ็บ เจ็บป่วยที่ทำให้ไม่สามารถฝึกซ้อม/ทดสอบได้อย่างปลอดภัย (เช่น กล้ามเนื้อฉีก เอ็นข้อเท้า/เข่า บาดเจ็บจากการเปลี่ยนทิศทาง ฯลฯ)
2. เข้าร่วมโปรแกรมฝึกน้อยกว่า 80% ของจำนวนครั้งทั้งหมด (เข้าร่วมน้อยกว่า 13 ครั้ง จาก 16 ครั้ง)
3. ใช้ยา สารกระตุ้นหรือสารต้องห้ามที่อาจมีผลต่อสมรรถภาพทางกายระหว่างการวิจัย
4. ขอลถอนตัวจากการเข้าร่วมการวิจัยในระหว่างการฝึก

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional Resistance Training) เป็นการฝึกที่ใช้แรงต้านจากน้ำหนัก ภายนอกเช่น บาร์เบล และแผ่นน้ำหนัก โดยโปรแกรมการฝึกนี้ได้รับการประยุกต์และดัดแปลงจากแนวทางการฝึกของ Beato et al. (2021) ให้เหมาะสมกับบริบทของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งการฝึกในแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60 นาที สัปดาห์ละ 2 ครั้ง (วันอังคารและวันพฤหัสบดี เวลา 17.00–18.00 น.) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ดังตารางที่ 1 (Table 1)

นอกจากนี้โปรแกรมการฝึกนี้ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และมีค่า Item–Objective Congruence Index เท่ากับ 1.00

Table 1. Training Protocol for the Traditional Resistance Training Group

Week	Order	Training Activity	Volume	Intensity	Recovery
-	1	Warm Up	Jogging, Dynamic mobility, Dynamic stretching, Movement preparation 10 min		
1-4	2	Hack Squat Forward Lunge Deadlift Calf Raise Side Lunge	8 Reps x 3 Set	75% of 1RM	2 min/set
5-8		Hack Squat Forward Lunge Deadlift Calf Raise Side Lunge	6 Reps x 3 Set	85% of 1RM	2 min/set
-	3	Cool Down	Static stretching 10 min		

Note: Participants were instructed to perform each repetition with maximal voluntary effort while maintaining correct technique.

2. โปรแกรมการฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อตุ่นกำลัง (Flywheel Training) เป็นการฝึกที่อาศัยแรงต้าน (แรงเฉื่อย) ของล้อหมุนซึ่งเชื่อมต่อกับสายเคเบิล เมื่อออกแรงดึงสายเคเบิลในช่วง Concentric phase ล้อจะสะสมพลังงานจลน์และหมุนกลับในทิศทางตรงกันข้าม ส่งผลให้กล้ามเนื้อต้องออกแรงต้านเพื่อชะลอการหมุนในช่วง Eccentric phase ซึ่งเป็นลักษณะของการฝึกแบบ Eccentric overload โดยโปรแกรมการฝึกนี้ได้รับการประยุกต์และดัดแปลงจากแนวทางการฝึกของ Beato

et al. (2021) ให้เหมาะสมกับบริบทของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งในการฝึกในแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60 นาที สัปดาห์ละ 2 ครั้ง (วันอังคารและวันพฤหัสบดี เวลา 17.00–18.00 น.) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ดังตารางที่ 2 (Table 2)

นอกจากนี้โปรแกรมการฝึกนี้ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และมีค่า Item–Objective Congruence Index เท่ากับ 1.00

Table 2. Training Protocol for the Flywheel Training Group

Week	Order	Training Activity	Volume	Intensity	Recovery
-	1	Warm Up	Jogging, Dynamic mobility, Dynamic stretching, Movement preparation 10 min		
1-4	2	Flywheel Hack Squat Flywheel Forward Lunge Flywheel Deadlift Flywheel Calf Raise Flywheel Side Lunge	8 Reps x 3 Set	-Flywheel – Medium Inertia 0.050 kg·m ² (Size L)	2 min/set
5-8		Flywheel Hack Squat Flywheel Forward Lunge Flywheel Deadlift Flywheel Calf Raise Flywheel Side Lunge	6 Reps x 3 Set	-Flywheel – Medium Inertia 0.075 kg·m ² (Size XL)	2 min/set
-	3	Cool Down	Static stretching 10 min		

Note: Participants were instructed to perform each repetition with maximal voluntary effort, especially during the eccentric (braking) phase, while maintaining proper technique.

3. ชุดอุปกรณ์การฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลัง ซึ่งประกอบด้วยฐานอุปกรณ์พร้อมระบบล้อยุน จานล้อยุน สำหรับปรับระดับความเฉื่อย สายเคเบิลและระบบรอก เสื่อกักล้อยุนกำลัง และคานจับล้อยุนกำลัง โดยอุปกรณ์ทั้งหมดถูกติดตั้งบนฐานที่มั่นคงและมีการตรวจสอบความพร้อมก่อนการใช้งานทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมการวิจัย

4. ชุดอุปกรณ์การฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม ซึ่งประกอบด้วยบาร์เบล (Barbell) แผ่นน้ำหนัก (Weight plate) ดัมเบล (Dumbbells) และแฮกบาร์ (Hack Bar) โดยอุปกรณ์ทั้งหมดถูกใช้งานบนพื้นที่มีความมั่นคง และมีการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนการฝึกทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมการวิจัย

5. แบบทดสอบความคล่องตัวใช้การทดสอบ Illinois Agility Test

6. แบบทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางใช้การทดสอบ 505 Agility Test



Figure 1. Training Sessions of Flywheel and Traditional Resistance Training

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ล้อยุนกำลัง รวมถึงการทดสอบความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบโปรแกรมการฝึกและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
2. จัดทำโปรแกรมการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ล้อยุนกำลัง และนำโปรแกรมเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของกิจกรรมกับวัตถุประสงค์การวิจัย (Item-Objective Congruence Index: IOC)
3. ดำเนินการเตรียมสถานที่ อุปกรณ์สำหรับการฝึก และการทดสอบ Illinois Agility และ 505 Agility Test
4. ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการวิจัย ระยะเวลา และรายละเอียดของกิจกรรมการออกกำลังกาย รวมถึงข้อควรระวังด้านความปลอดภัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบ และให้ผู้เข้าร่วมลงนามในแบบแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้เข้าร่วมสามารถถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนหรือสิทธิใด ๆ
5. ดำเนินการทดสอบความคล่องตัว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางก่อนการฝึก
6. แบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีจับคู่ และสุ่มเข้าสู่กลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลัง โดยทั้งสองกลุ่มดำเนินการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ใช้เวลาฝึกประมาณ 60 นาทีต่อครั้ง (วันอังคารและวันพฤหัสบดี เวลา 17.00–18.00 น.) โดยผู้วิจัยควบคุมการฝึกอย่างใกล้ชิดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของท่าทาง และติดตามการเข้าร่วมการฝึกอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ การฝึกของทั้ง 2 กลุ่มเป็นการฝึกในช่วงก่อนการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติของทีม และในวันอื่นนอกเหนือจากวันฝึกแรงต้าน ทั้งสองกลุ่มยังคงเข้าร่วมการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติของทีม
7. เมื่อครบ 8 สัปดาห์ ดำเนินการทดสอบความคล่องตัว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง
8. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลและนำเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลความแตกต่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มตามวัตถุประสงค์การวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของผลการทดสอบความคล่องตัว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลัง ทั้งก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

2. เปรียบเทียบผลการทดสอบความคล่องตัว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางภายในกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดสปริงก้ำลัง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ด้วยสถิติ Paired sample t-test
3. เปรียบเทียบผลการทดสอบความคล่องตัว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดสปริงก้ำลัง ทั้งก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ด้วยสถิติ Independent sample t-test

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลลักษณะทางกายภาพพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 20.53 ± 0.74 ปี น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 72.73 ± 7.32 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 177.6 ± 7.84 เซนติเมตร และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดสปริงก้ำลัง มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 20.53 ± 0.63 ปี น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 73.33 ± 10.77 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ย 175.86 ± 6.95 เซนติเมตรดังตารางที่ 3 (Table 3)

Table 3. General information about the participants in a research study

General information	Traditional Resistance		Flywheel Training	
	Training (n=18)		(n=18)	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
Age (years)	20.53	0.74	20.53	0.63
Weight (kg)	72.73	7.32	73.33	10.77
Height (cm)	177.6	7.84	175.86	6.95

2. ผลการเปรียบเทียบเวลาในการทดสอบความคล่องตัวด้วย Illinois Agility Test และเวลาในการทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางด้วย 505 Agility Test ภายในกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดสปริงก้ำลัง ระหว่างก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Paired sample t-test พบว่า กลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม มีเวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test ก่อนการฝึก ($\bar{X} = 22.03$ วินาที, S.D. = 1.58) และภายหลังการฝึก ($\bar{X} = 20.69$ วินาที, S.D. = 1.56) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 2.34$, $p = 0.02$) โดยมีแนวโน้มใช้เวลาลดลงหลังการฝึก นอกจากนี้ เวลาในการทดสอบ 505 Agility Test ก่อนการฝึก ($\bar{X} = 6.18$ วินาที, S.D. = 0.45) และภายหลังการฝึก ($\bar{X} = 5.76$ วินาที, S.D. = 0.40) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 2.64$, $p < 0.001$) โดยมีแนวโน้มใช้เวลาลดลงหลังการฝึกเช่นเดียวกัน

สำหรับกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดสปริงก้ำลัง พบว่า เวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test ก่อนการฝึก ($\bar{X} = 21.99$ วินาที, S.D. = 1.78) และภายหลังการฝึก ($\bar{X} = 18.96$ วินาที, S.D. = 1.08) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 5.63$, $p < 0.001$) โดยมีแนวโน้มใช้เวลาลดลงหลังการฝึก นอกจากนี้ เวลาในการทดสอบ 505 Agility Test ก่อนการฝึก ($\bar{X} = 6.11$ วินาที, S.D. = 0.45) และภายหลังการฝึก ($\bar{X} = 5.41$ วินาที, S.D. = 0.34) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 4.73$, $p < 0.001$) โดยมีแนวโน้มใช้เวลาลดลงหลังการฝึกเช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 4 (Table 4)

Table 4. Comparison of agility and change of direction ability before and after training within groups using Paired sample t-test.

Group	Before Training		After Training		t	p
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Traditional Resistance Training						
- Illinois Agility Test (s)	22.03	1.58	20.69	1.56	2.34	0.02*
- 505 Agility Test (s)	6.18	0.45	5.76	0.40	2.64	0.01*
Flywheel Training						
- Illinois Agility Test (s)	21.99	1.78	18.96	1.08	5.63	0.00*
- 505 Agility Test (s)	6.11	0.45	5.41	0.34	4.73	0.00*

*p<0.05

3. ผลการเปรียบเทียบเวลาในการทดสอบความคล่องตัวด้วย Illinois Agility Test และเวลาในการทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางด้วย 505 Agility Test ระหว่างกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยก้นกำลัง ก่อนและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Independent sample t-test พบว่า ก่อนการฝึก เวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test ของกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม ($\bar{X}$ = 22.03 วินาที, S.D. = 1.58) และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยก้นกำลัง ($\bar{X}$ = 21.99 วินาที, S.D. = 1.78) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = 0.06, p = 0.95) นอกจากนี้ เวลาในการทดสอบ 505 Agility Test ของกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม ($\bar{X}$ = 6.18 วินาที, S.D. = 0.45) และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยก้นกำลัง ($\bar{X}$ = 6.11 วินาที, S.D. = 0.45) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = 0.41, p = 0.68) แสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพด้านความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางใกล้เคียงกันก่อนเริ่มการทดลอง

ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า เวลาในการทดสอบ Illinois Agility Test ของกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยก้นกำลัง ($\bar{X}$ = 18.96 วินาที, S.D. = 1.08) ต่ำกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม ($\bar{X}$ = 20.69 วินาที, S.D. = 1.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t = 3.53, p < 0.001) นอกจากนี้ เวลาในการทดสอบ 505 Agility Test ของกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยก้นกำลัง ($\bar{X}$ = 5.41 วินาที, S.D. = 0.34) ต่ำกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม ($\bar{X}$ = 5.76 วินาที, S.D. = 0.40) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t = 2.57, p < 0.001) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยก้นกำลังมีผลการทดสอบที่ดีกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึก ดังแสดงในตารางที่ 5 (Table 5)

Table 5. Comparison of agility and change of direction ability between the traditional resistance training and flywheel training before and after training using independent sample t-test.

Test	Traditional Resistance		Flywheel Training		t	p
	Training					
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Before training						
- Illinois Agility Test (s)	22.03	1.58	21.99	1.78	0.06	0.95
- 505 Agility Test (s)	6.18	0.45	6.11	0.45	0.41	0.68
After training						
- Illinois Agility Test (s)	20.69	1.56	18.96	1.08	3.53	0.00*
- 505 Agility Test (s)	5.76	0.40	5.41	0.34	2.57	0.01*

*p<0.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ผลของการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ล้อยุนกำลังในนักกีฬาฟุตบอล เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน ครั้งละ 60 นาที ตัวแปรด้านความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ในกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีค่าดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก และพบว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีผลการทดสอบทั้งสองรูปแบบดีกว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้โดยผู้วิจัยได้อภิปรายผลแยกแต่ละประเด็น ดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางระหว่างก่อนฝึกและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกและกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม เนื่องจากลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์การฝึกแรงต้านด้วยล้อยุนกำลัง ที่สร้างความหนักเกินในจังหวะออกจากศูนย์กลาง (Eccentric Overload) ส่งผลให้กล้ามเนื้อต้องออกแรงต้านการหมุนกลับของล้อยุนกำลังในระดับสูงสุด ซึ่งกระบวนการนี้ช่วยพัฒนาการสะสมและปลดปล่อยพลังงานผ่านวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ (Stretch-Shortening Cycle) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการฝึกแบบดั้งเดิมที่มีแรงต้านคงที่ สอดคล้องกับ Allen et al. (2023) ได้กล่าวถึงกลไกทางสรีรวิทยาว่า การฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังจะกระตุ้นการทำงานของวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ ได้อย่างมากกว่าการฝึกแรงต้านแบบคงที่ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการเร่งความเร็วและลดความเร็วในนักกีฬาฟุตบอล

นอกจากนี้การเพิ่มความเฉื่อยในสัปดาห์ที่ 5-8 ส่งผลให้เกิดแรงต้านที่สูงขึ้นในจังหวะ Eccentric ซึ่ง Beato et al. (2024) ระบุว่าปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการเคลื่อนที่ที่สำคัญก่อนจะพัฒนาไปสู่ทักษะความคล่องตัวที่มีความซับซ้อนกว่า (Sheppard & Young, 2006) โดยเฉพาะในแบบทดสอบ 505 Agility Test ที่เน้นการเคลื่อนที่เข้าหาเส้นด้วยความเร็วสูงสุดแล้วทำการกลับตัว 180 องศา ซึ่งกระบวนการนี้ต้องอาศัยกลไกการลดความเร็ว (Deceleration) อย่างฉับพลัน นอกจากนี้ การฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังยังส่งผลให้ระบบประสาทสั่งการทำงานสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะความมั่นคงของข้อต่อในช่วงจังหวะการเบรก (Braking phase) ก่อนการเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งนักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมที่ได้รับการฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะยืดตัว (Eccentric strength) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้สามารถควบคุมการลดความเร็วได้ในระยะเวลาที่สั้นลงและรักษาจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (Center of Gravity) ได้อย่างมีประสิทธิภาพในขณะที่กลับตัว ช่วยให้ระยะทางในการกลับตัว (Turning Radius) แคบลง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้กลุ่มทดลองทำเวลาทดสอบ 505 Agility Test ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางเป็นทักษะที่เน้นความแข็งแรงและการจัดการสรีระเป็นหลัก การที่กลุ่มที่ฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางที่ดีขึ้น จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อเนื่องให้สมรรถภาพด้านความคล่องตัวในภาพรวมพัฒนาขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Hu et al. (2024) ที่กล่าวว่าการฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลังกำลังของกล้ามเนื้อได้เหนือกว่าการฝึกแบบดั้งเดิม ส่งผลให้นักกีฬาสามารถจัดการสรีระและเปลี่ยนทิศทางได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ และลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บของข้อเข่า ซึ่งเป็นอาการบาดเจ็บที่พบบ่อยในนักกีฬาฟุตบอลขณะเปลี่ยนทิศทางฉับพลัน

2) ความคล่องตัว

ผลการเปรียบเทียบความคล่องตัวระหว่างก่อนฝึกและภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังมีความคล่องตัวดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกและกลุ่มฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม เนื่องจากลักษณะเฉพาะของแรงต้านจากล้อยุนกำลังที่สร้างแรงต้านต่อเนื่องตลอดช่วงการเคลื่อนไหวทั้งระยะหดตัวและระยะยืดตัวส่งผลให้เกิดภาวะ Eccentric Overload ซึ่งช่วยกระตุ้นการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อและการกระตุ้นหน่วยยนต์ได้อย่างเต็มศักยภาพมากกว่าการฝึกแบบแรงต้านคงที่ (Muñoz-López et al., 2023) นอกจากนี้การปรับตัวทางโครงสร้างและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหลัก เช่น Quadriceps และ Hamstring ซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกจนนำไปสู่การพัฒนาแรงเบรก (Braking Force) และแรงขับเคลื่อน (Propulsive Force) ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักกีฬาสามารถเร่งและหยุดการเคลื่อนไหวในระยะทางสั้น ๆ ได้อย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญในการทดสอบ Illinois Agility Test นอกจากนี้ การฝึกแรงต้านแบบใช้ล้อยุนกำลังยัง

ส่งผลต่อการปรับตัวของระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดความสามารถในการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อดีขึ้น และเพิ่มการรับรู้ตำแหน่งของร่างกาย (Proprioception) ซึ่งช่วยให้นักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมสามารถควบคุมการทรงตัวและเปลี่ยนระนาบการเคลื่อนไหวผ่านกรวยในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำขึ้น สอดคล้องกับการศึกษา Zhang et al. (2025) ที่พบว่าการฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดุนกำลังส่งผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อสมรรถภาพทางกายในหลากหลายมิติ โดยเฉพาะการเพิ่มขีดความสามารถด้านความคล่องตัวและการเปลี่ยนทิศทางผ่านการปรับตัวทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ที่ดีกว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม สอดคล้องกับ Allen et al. (2023) ที่ระบุว่าการฝึกด้วยลวดุนกำลังส่งผลเชิงบวกในระยะยาว (Chronic effects) ต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเพิ่มความเร็วและการเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการสร้างแรงต้านที่จำเพาะเจาะจงต่อกล้ามเนื้อในจังหวะการยืดตัว ส่งผลให้เกิดการถ่ายโอนสมรรถภาพทางกายที่ได้รับการพัฒนาจากการฝึก (Training transfer) ไปสู่ความคล่องตัวในสนามได้อย่างมีนัยสำคัญ

จากการอภิปรายข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดุนกำลัง มีประสิทธิภาพที่เด่นชัดกว่าการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมในการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาฟุตบอลอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและความคล่องตัวในภาพรวม ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการกระตุ้นกล้ามเนื้อผ่านกลไกความหนักเกินในจังหวะการยืดตัวไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มพลังกำลังของกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่ยังส่งผลเชิงบวกต่อการปรับตัวของระบบประสาทสั่งการและการจัดระเบียบร่างกายในขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกีฬาฟุตบอลที่ต้องมีการเร่งและชะลอความเร็วอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ การที่ร่างกายสามารถถ่ายโอนทักษะจากการฝึก ไปสู่สถานการณ์ที่ใกล้เคียงการแข่งขันจริงผ่านแบบทดสอบความคล่องตัวที่ซับซ้อน ช่วยบ่งชี้ได้ว่าโปรแกรมการฝึกที่เน้นคุณภาพของแรงผ่านแรงเฉื่อยของลวดุนกำลังเป็นแนวทางการฝึกที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยสำหรับนักกีฬาฟุตบอลจันทรเกษม ดังนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยีลวดุนกำลังควบคู่ไปกับการกำหนดตัวแปรการฝึกที่เหมาะสม จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่จะช่วยยกระดับขีดความสามารถทางกายภาพของนักกีฬาให้ก้าวข้ามขีดจำกัดของการฝึกแบบเดิม และสร้างความพร้อมในการรับมือกับความท้าทายในสถานการณ์การแข่งขันจริงได้อย่างยั่งยืน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมและแบบใช้ลวดุนกำลังที่มีต่อความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาฟุตบอล สรุปผลได้ดังนี้

1. ภายหลังการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ นักกีฬาฟุตบอลในกลุ่มที่ฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มที่ฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดุนกำลัง มีสมรรถภาพด้านความคล่องตัว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

2. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดุนกำลัง มีเวลาในการทดสอบความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางต่ำกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกแรงต้านแบบใช้ลวดุนกำลัง ที่เน้นการสร้างความหนักเกินในช่วงการยืดตัวของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพสูงกว่าการฝึกแบบดั้งเดิมในการพัฒนาสมรรถภาพการเคลื่อนที่ด้านความคล่องตัวและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของนักกีฬาฟุตบอล สำหรับข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ผลการวิจัยและในการวิจัยครั้งต่อไป มีดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรนำโปรแกรมการฝึกแบบใช้ลวดุนกำลังมาเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมเตรียมความพร้อมโดยเฉพาะในช่วงการสร้างพื้นฐานความแข็งแรง (General Preparation) หรือช่วงก่อนการแข่งขันเพื่อเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางอย่างฉับพลัน

2. ในการฝึกควรเน้นให้นักกีฬาออกแรงสูงสุดในจังหวะหดตัว (Concentric) เพื่อให้ได้รับแรงต้านที่สูงที่สุดในช่วงยืดตัว (Eccentric) ซึ่งจะช่วยให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3. ควรเลือกท่าทางในการฝึกที่จำลองรูปแบบการเคลื่อนไหวในกีฬาฟุตบอล เช่น ท่า Squat หรือ Lateral Lunge ร่วมกับอุปกรณ์ลวดุนกำลัง เพื่อให้เกิดการถ่ายโอนทักษะไปใช้ในสนามแข่งขันจริงได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มการวัดตัวแปรด้านชีวกลศาสตร์ เช่น แรงปฏิกิริยาจากพื้น หรือมุมของข้อต่อในขณะกลับตัว เพื่ออธิบายกลไกการเปลี่ยนทิศทางที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลหญิง หรือกลุ่มนักกีฬาเยาวชน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการตอบสนองต่อการฝึกในแต่ละเพศและช่วงวัย

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยจากเครือข่ายสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

- Allen, W. J., De Keijzer, K. L., Raya-González, J., Castillo, D., Coratella, G., & Beato, M. (2023). Chronic effects of flywheel training on physical capacities in soccer players: a systematic review. *Research in Sports Medicine*, 31(3), 228-248. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1958813>
- Beato, M., De Keijzer, K. L., Muñoz-Lopez, A., Raya-González, J., Pozzo, M., Alkner, B. A., ... & Norrbrand, L. (2024). Current guidelines for the implementation of flywheel resistance training technology in sports: a consensus statement. *Sports Medicine*, 54(3), 541-556. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01979-x>
- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Hernández-Davó, J. L., & Raya-González, J. (2021). Flywheel training periodization in team sports. *Frontiers in Physiology*, 12, 732802. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.732802>
- Buonsenso, A., Centorbi, M., Iuliano, E., Di Martino, G., Della Valle, C., Fiorilli, G., Calcagno, G., & di Cagno, A. (2023). A systematic review of flywheel training effectiveness and application on sport specific performances. *Sports*, 11(4), 76. <https://doi.org/10.3390/sports11040076>
- Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D. P., Chortane, S. G., Chamari, K., & Castagna, C. (2012). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2667-2676. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318242f97a>
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Chronic adaptations to eccentric training: a systematic review. *Sports medicine*, 47(5), 917-941. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0628-4>
- Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccirelli, A., Buonsenso, A., Calcagno, G., & di Cagno, A. (2020). Isoinertial eccentric-overload training in young soccer players: Effects on strength, sprint, change of direction, agility and soccer shooting precision. *Journal of sports science & medicine*, 19(1), 213-223. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0628-4>
- Hu, Z., Liu, Y., Huang, K., Huang, H., Li, F., & Yuan, X. (2024). Comparing the effect of isoinertial flywheel training and traditional resistance training on maximal strength and muscle power in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Life*, 14(7), 908. <https://doi.org/10.3390/life14070908>
- Muñoz-López, A., Nakamura, F. Y., & Beato, M. (2023). Eccentric overload differences between loads and training variables on flywheel training. *Biology of Sport*, 40(4), 1151-1158. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2023.122483>
- Peng, W., Qu, W., Yan, R., Xu, J., Lin, H., Sun, J., & Li, D. (2025). The impact of 6-week flywheel eccentric training on sprint speed and change-of-direction of female basketball players. *PloS one*, 20(10), e0335593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0335593>
- Raya-González, J., Prat-Luri, A., López-Valenciano, A., Sabido, R., & Hernández-Davó, J. L. (2021). Effects of flywheel resistance training on sport actions. A systematic review and meta-analysis. *Journal of Human Kinetics*, 77, 191. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0020>
- Rueangrit, S., Sukwhan, A., Prajongjai, V., Riansoi, Y., & Bangmek, N. (2023). Effects of nine square training on speed in 5m-10m-30m and agility in youth soccer athletes. *Journal of Sports Science and Health Innovation of Rajabhat University Network in Thailand*, 2(2), 24-35. (in Thai)
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46(10), 1419-1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>

- Sun, M., Soh, K. G., Cao, S., Yaacob, A. B., Ma, S., & Ding, C. (2025). Effects of speed, agility, and quickness training on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01101-w>
- Zhang, J., Liu, J., & Liu, R. (2025). The Effects of Flywheel Resistance Training on Athletic Performance: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7868842/v1>