เปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกแบบวงจรกับทาบาตะที่ส่งผลต่อสมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิก และแลคเตทในเลือดของนักกีฬาฟุตบอลชาย

COMPARISON OF THE EFFECT OF A CIRCUIT TRAINING PROGRAM WITH TABATA ON ANAEROBIC, AEROBICS PERFORMANCE AND BLOOD LACTATE IN MALE FOOTBALL YOUTH ATHLETES

วรวรรธน์ บุษดี[1] วัฒนะ นุตทัศน์[1] นัสพงษ์ กลิ่นจำปา[1]
ภัทราวุธ ขาวสนิท[2] และ ธีร์ธานิศ พันธ์นิกุล[3*]
Worawat Busadee[1], Wattana Nuttouch[1], Natsaphong Kinchampa[1],
Pattarawut Khaosanit[2] and Teethanit Phannikul[3*]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยพิชญบัณฑิต จังหวัดหนองบัวลำภู
[1]Department of Sports science, Faculty of Science, Pitchaya bandit College, Nong Bua Lamphu province
[2]แขนงวิชาการเสริมสร้างสมรรถนะทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
[2]Sports Performance Enhancement, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok
[3]สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
[3]Department of Sports science and exercise, Faculty of Science Ubonratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani Province
[*]Corresponding Author: Teethanit.p@gmail.com

Received: April 29, 2025 **Revised:** June 12, 2025 **Accepted:** June 14, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกแบบวงจรกับทาบาตะที่ส่งผลต่อสมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิก และแลคเตทในเลือดระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึก ของนักกีฬาฟุตบอลชาย สโมสรหนองบัวพิชญเอฟซี กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชายสโมสรหนองบัวพิชญเอฟซี มีอายุระหว่าง 18-23 ปี จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มฝึกโปรแกรมแบบวงจร กลุ่มฝึกโปรแกรมแบบทาบาตะ ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ทั้งสองกลุ่มได้รับการฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เก็บข้อมูลตัวแปรด้าน สมรรถภาพความแข็งแรง สมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิก และแลคเตท ก่อนและหลังการฝึก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าที นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการฝึกของแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มการฝึกแบบวงจรกับกลุ่มการฝึกแบบทาบาตะ โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งการฝึกแบบวงจรและทาบาตะช่วยพัฒนาสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อวัดด้วยแบบทดสอบความสามารถทางด้านแอโรบิก แต่ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในผลการทดสอบความสามารถด้านแอนแอโรบิก นอกจากนี้ยังพบว่าระดับแลคเตทในเลือดก่อนและหลังการฝึกของทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) แสดงถึงการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเข้มข้นของการฝึกว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาสามารถกระตุ้นการพัฒนาระบบพลังงานทั้งแอโรบิกและแอนแอโรบิกได้

คำสำคัญ: การฝึกแบบวงจร การฝึกแบบทาบาตะ แลคเตท แอนแอโรบิก แอโรบิก

Abstract

This study aimed to compare the effects of a circuit training program and a Tabata training program on anaerobic capacity, aerobic capacity, and blood lactate levels before and after the training intervention among male football players from Nongbua Pitchaya FC. The participants were 24 male youth football players aged between 18–23 years, purposively selected and divided into two groups (12 players each): a circuit training group and a Tabata training group. Both groups underwent training three times per week for a duration of eight weeks. The variables assessed included muscular strength, anaerobic and aerobic fitness, and blood lactate concentration. Data were collected pre- and post-intervention and analyzed using paired t-tests to compare within-group differences and independent t-tests to compare between-group differences. The results showed that both training methods significantly improved aerobic capacity ($p < .05$), as measured by the YoYo Intermittent Recovery Test. However, there were no statistically significant differences observed in anaerobic performance as measured by the Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST). In addition, both training groups showed significant changes in blood lactate levels before and after the training period ($p < .05$), indicating physiological adaptation to high-intensity training. That high-intensity interval training can effectively stimulate improvements in both aerobic and anaerobic energy systems.

Keywords: Circuit training, Tabata, Anaerobic, Blood lactate, Aerobics

บทนำ

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ปัจจุบันกีฬาฟุตบอลถูกพัฒนาไปสู่การเป็นกีฬาอาชีพ นักกีฬาจึงต้องมีการดูแลรักษาร่างกายของตัวเองให้มีสมรรถภาพทางกายที่ดีอยู่เสมอ เพื่อให้นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพของตัวเองออกมาให้ดีที่สุดตลอดช่วงการฝึกซ้อม และแข่งขัน สมรรถภาพทางกายที่ดีนั้นประกอบด้วยหลายปัจจัย โดยเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้การปฏิบัติทักษะกีฬาและทักษะการเคลื่อนไหวให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยพัฒนาเทคนิคทักษะกีฬาที่ต้องใช้ความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อและความเร็วผสมผสานควบคู่กันไป โดยเฉพาะสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขา จัดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของกีฬาฟุตบอล การศึกษาที่ผ่านมา พบว่า นักฟุตบอลมีความต้องการทั้งความแข็งแรง (Strength) พลัง (Power) ความเร็ว (Speed) และความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวแบบใช้แรงระเบิด (Explosive movement) เช่น การโหม่ง การยิงประตู และการวิ่งด้วยความเร็วเต็มฝีเท้า (Sprinting) เป็นต้น ในขณะฝึกซ้อม และแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Thomas et al., 2009)

กีฬาฟุตบอลนั้นผู้เล่นจะต้องมีการเคลื่อนไหวมากในรูปแบบที่หลากหลาย และเป็นกีฬาที่ออกแรงหนักสลับเบา โดยประกอบด้วย การใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิก 70–80 % และพลังงานระบบแอโรบิก 20–30% (Ghosh et al., 1995) และจากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของนักกีฬาฟุตบอลที่มีความสามารถระดับสูง พบว่า มีไขมันในร่างกายน้อย และมีกล้ามเนื้อที่ดี รวมถึงมีความสามารถในระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิกที่ดีด้วย ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะช่วยให้นักฟุตบอลสามารถมีการฟื้นตัวในระหว่างการแข่งขัน และการพักยกได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถมีพลังในการเล่นที่ต่อเนื่องได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Munger et al. (2017) กล่าวว่า นักฟุตบอลที่จะประสบความสำเร็จได้นั้น จะต้องมีทั้งความแข็งแรง ความเร็ว และกำลังของกล้ามเนื้อที่ดี ตลอดจนมีความคล่องแคล่วว่องไวรวมทั้งความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจที่ดี แต่ในปัจจุบันนั้นการฝึกซ้อมของนักฟุตบอลยังขาดโปรแกรมการฝึกที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง (Sport-specific training) ซึ่งอาจส่งผลให้สมรรถภาพของนักกีฬาได้รับการพัฒนาหรือมีการถ่ายโยงที่ไม่ตรงกับสมรรถภาพที่

ใช้ในการแข่งขันจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องระบบพลังงาน (Energy System) คือ ความสามารถด้านแอโรบิกและแอนแอโรบิก ซึ่งจะมีผลในเรื่องของการฟื้นตัวและเรื่องของประสิทธิภาพในการออกแรงเล่นและเคลื่อนที่ในการแข่งขัน ซึ่งการแข่งขันฟุตบอลครั้ง นั้นจะใช้พลังงานเป็นอย่างมาก ในช่วงระยะเวลาที่ได้พัก นักฟุตบอลจะต้องสามารถฟื้นพลังงานได้ทัน ซึ่งคุณสมบัตินี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักฟุตบอลมีความสามารถด้านแอโรบิกที่ดี นอกจากนี้ นักฟุตบอลที่สามารถเล่นฟุตบอลได้รวดเร็ว และเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องได้นั้นหมายความว่านักกีฬาจำเป็นต้องมีความสามารถด้านแอนแอโรบิกที่ดีด้วย

ปัจจุบันการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา (High-intensity interval training) เริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นทั้งในนักกีฬาประเภทบุคคลและประเภททีม เนื่องจากพัฒนาระบบพลังงานทั้งระบบแอโรบิก และแอนแอโรบิกไปพร้อมๆกัน (Tabata et al., 1996) อีกทั้งยังเพิ่มสมรรถภาพความอดทน (Kinnunen et al., 2019) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและพัฒนาจุดเริ่มล้า (Lactate threshold) ได้ดีกว่าการฝึกที่ความหนักในระดับปานกลาง (Helgerud et al., 2007) จากการศึกษาของ Hetlelid et al. (2009) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงาน และอัตราการเผาผลาญไขมันของผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดี และผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ พบว่า ผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดีมีอัตราการเผาผลาญไขมันสูงขึ้น 35% ของพลังงานทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบหนักสลับเบานั้นสามารถที่จะใช้ไขมันมาเผาผลาญให้เป็นพลังงาน เพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) ของนักฟุตบอลได้ การฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา มีประสิทธิภาพ และมีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถด้านแอโรบิก และแอนแอโรบิกของนักกีฬาได้ดีกว่าการฝึกแบบทั่วไป แต่จากการศึกษาที่ผ่านมานั้นจะเห็นได้ว่า รูปแบบของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบามีเพียงการวิ่งและการปั่นจักรยาน ซึ่งยังไม่ตรงกับทักษะของชนิดกีฬานั้นๆ ที่ทำการทดลอง

การออกกำลังกายแบบวงจรและการออกกำลังกายแบบทาบาตะถือเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับผู้ที่มีเวลาน้อย สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมในแต่ละบุคคลได้ เพราะจะทำให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพร้อมกับเผาผลาญไขมันในระยะเวลาอันสั้นได้มากถึง 150 แคลอรีต่อ 12 ชั่วโมงหลังการฝึก และยังช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการออกกำลังกายและความอดทนของร่างกาย การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยออกกำลังกายสัปดาห์ละ 2 –3 ครั้ง ไม่ควรทำติดต่อกันควรจะทำวันเว้นวันหรือวันเว้น 2 วันก็ได้ ซึ่งในการออกกำลังกาย จึงจะถือว่าพอเหมาะ นอกจากนี้การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะต้องใช้การออกกำลังกายที่มีการปรับความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้นตามลำดับ การปรับตัวของกล้ามเนื้อจากการฝึกความแข็งแรงเป็นประจำ จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อและร่างกายมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลง จากสภาวะความเปลี่ยนแปลง และการปรับตัวต่างๆ ภายในเซลล์กล้ามเนื้อและข้อต่อที่เกิดจากการฝึกความแข็งแรง จะส่งผลต่อความสามารถทางกาย ลักษณะทางกาย หรือรูปร่างทรวดทรงที่ปรากฏ ระบบการเผาผลาญ และการผลิตพลังงานในร่างกาย และช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บอีกด้วย (Krabuanrat, 2015)

ขบวนการผลิต ATP เพื่อใช้เป็นพลังงานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้ 2 ทางคือกระบวนการที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic) และกระบวนการที่ไม่ใช้ ออกซิเจน (Anaerobic) เกิดขึ้นโดยการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อขาดออกซิเจน กระบวนการนี้ทำให้ได้ ATP มาใช้อย่างรวดเร็วและทำให้เกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อก่อนที่จะแพร่กระจายสู่กระแสเลือดเกิดการสะสม (Morehouse & Miller, 1976) ดังนั้นความเข้มข้นของกรดแลคติก จึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าร่างกายใช้กระบวนการสร้างพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นพลังงานในการออกกำลังกายกระบวนการผลิต ATP ทั้ง 2 ขบวนการจะทำงานไปพร้อมกันเพียงแต่ว่ากระบวนการใดจะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงาน

จะเห็นได้ว่าหลังจากที่กระบวนการสร้างพลังงานใหม่ขึ้นมาใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อและสิ่งที่เกิดขึ้นตามมาคือกรดแลคติก ซึ่งกรดแลคติกนี่เองที่เป็นปัญหาต่อการทำงานของกล้ามเนื้อเพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อน้อยลง จึงเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายและการแข่งขันกีฬาในระดับอาชีพ ระยะแรกของการออกกำลังกายกรดแลคติกจะพบมากในกล้ามเนื้อแล้วจึงค่อยๆแพร่เข้าสู่เส้นเลือดจนมีปริมาณเท่ากัน ซึ่งยัง

ไม่มีใครศึกษาเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรกับทาบาตะ โดยใช้ตัวแปรลักษณะนี้ในกลุ่มตัวอย่างลักษณะนี้ การฝึกแบบหนักสลับเบาหรือ High-Intensity Interval Training (HIIT) เป็นรูปแบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งระบบพลังงานแอโรบิกและแอนแอโรบิกพร้อมกัน โดยมีงานวิจัยสนับสนุนว่า HIIT ช่วยเพิ่ม VO2max ความทนทานและจุดเริ่มล้าของร่างกาย (Lactate Threshold) ได้ดีกว่าการฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนักระดับปานกลาง (Helgerud et al., 2007; Kinnunen et al., 2019) นอกจากนี้ การฝึกแบบ HIIT ยังช่วยกระตุ้นการเผาผลาญไขมันได้สูงขึ้นถึง 35% ของพลังงานทั้งหมดในผู้ที่ฝึกเป็นประจำ (Hetlelid et al., 2009) อย่างไรก็ตาม รูปแบบการฝึก HIIT ที่นิยมในงานวิจัยก่อนหน้า มักจำกัดอยู่ในรูปแบบการวิ่งหรือปั่นจักรยาน ซึ่งยังไม่ตรงกับลักษณะการเคลื่อนไหวของนักกีฬาฟุตบอลโดยตรง

การออกกำลังกายแบบวงจร (Circuit Training) และแบบทาบาตะ (Tabata Training) เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักฟุตบอล เพราะสามารถออกแบบให้สอดคล้องกับทักษะกีฬา ใช้เวลาไม่นาน ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มาก และช่วยพัฒนาทั้งความแข็งแรง ความทนทาน และระบบพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (Krabuanrat, 2015; Morehouse & Miller, 1976) กระบวนการสร้างพลังงานของร่างกายเกิดได้จากสองระบบหลัก คือ ระบบใช้ออกซิเจน (Aerobic) และระบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) ซึ่งระบบหลังมักก่อให้เกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของอาการเมื่อยล้าและลดประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ (Morehouse & Miller, 1976) การฝึกที่สามารถควบคุมระดับแลคติกและพัฒนาการฟื้นตัวจึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักฟุตบอล

แม้จะมีงานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาการฝึกแบบทาบาตะในนักฟุตบอล (Aslan & Kahraman, 2023; Bazneshin et al., 2023; Megahed et al., 2023; Lisenchuk, et al., 2023) แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่เปรียบเทียบโดยตรงระหว่างการฝึกแบบวงจรกับทาบาตะในแง่ผลต่อสมรรถภาพระบบพลังงานแอโรบิก แอนแอโรบิก และแลคเตทในเลือด โดยเฉพาะในกลุ่มนักฟุตบอลชายระดับสโมสรเยาวชนในประเทศไทยอย่างเป็นระบบและควบคุมตัวแปรเชิงทดลอง นับเป็นช่องว่างขององค์ความรู้ที่การศึกษานี้มุ่งหวังจะเติมเต็ม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา โดยเฉพาะในการเลือกใช้รูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับกีฬาฟุตบอล การเปรียบเทียบผลของโปรแกรมฝึกแบบวงจรกับทาบาตะจะให้ข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับประสิทธิภาพของรูปแบบการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจง (Sport-Specific) ในการส่งเสริมสมรรถภาพทางพลังงาน การฟื้นตัว และความทนทานของนักฟุตบอลชายระดับเยาวชน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบโปรแกรมฝึกของผู้ฝึกสอน เพื่อพัฒนานักกีฬาให้พร้อมสู่ความเป็นเลิศได้อย่างมีระบบและมีหลักฐานรองรับ

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรกับทาบาตะที่ส่งผลต่อสมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิกและความเหนื่อยล้าของนักกีฬานักกีฬาฟุตบอลชาย สโมสรหนองบัวพิชญเอฟซี การออกกำลังกายแบบวงจรและการออกกำลังกายแบบทาบาตะถือเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งเป็นโปรแกรมในระยะสั้น ไม่มีอุปกรณ์ในการออกกำลังกาย และมีประสิทธิภาพ เพื่อให้นักฟุตบอลและผู้ฝึกสอนได้นำผลของการศึกษานี้ไปใช้พัฒนาโปรแกรมการฝึกให้มีความเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้นสำหรับการเตรียมตัว และพัฒนานักกีฬา เพื่อความเป็นเลิศต่อไป

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB) คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยพิชญบัณฑิต เลขที่ 5/2567 โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร นักกีฬาฟุตบอลชาย สโมสรหนองบัวพิชญเอฟซี

กลุ่มตัวอย่าง นักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชายสโมสรหนองบัวพิชญเอฟซี มีอายุระหว่าง 18-23 ปี จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มฝึกโปรแกรมแบบวงจร กลุ่มฝึกโปรแกรมแบบทาบาตะ ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ

เฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) และทำการ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีแบ่งเข้ากลุ่มแบบสุ่ม เริ่มทำการทดลอง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มการฝึกแบบวงจร ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบวงจร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ ประกอบด้วยท่าฝึก 8 ท่า

- Plank shoulder up
- Single leg hop
- Leg raise
- Squat
- Jump squat
- Shoulder push-up
- Triceps dips
- Bird-dogs

ใช้เวลาออกแต่ละท่า 30 วินาที พัก 45 วินาที และพักระหว่างรอบ 1 นาที ทำทั้งหมด 4 เซต วนไปเรื่อย ๆจนครบ โดยจะมีการวอร์มอัพก่อนการฝึก 5 นาที และการคูลดาวน์หลังการฝึก 5 นาที และมีการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มการฝึกแบบทาบาตะ ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบทาบาตะ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ ประกอบด้วยท่าฝึก 8 ท่า

- Narrow stance squat
- Butt kick
- Toe touch
- Jump lunge
- Mountain climber
- Burpees
- Shoulder abs twist
- Squat to side

ใช้เวลาออกแต่ละท่า 20 วินาที และพัก 10 วินาที และพักระหว่างรอบ 1 นาที ทำทั้งหมด 5 เซต วนไปเรื่อย ๆจนครบ โดยจะมีการวอร์มอัพก่อนการฝึก 5 นาที และการคูลดาวน์หลังการฝึก 5 นาที และมีการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ

เครื่องมือในการวิจัย

- เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical Impedance Analysis) รุ่น Tanita MC-780MA ยี่ห้อ Tanita (Japan)
- Leg dynamometer รุ่น T.K.K. 5002 ยี่ห้อ Takei ประเทศ ญี่ปุ่น
- Hand Grip Dynamometer รุ่น T.K.K. 5401 ยี่ห้อ Takei ประเทศ ญี่ปุ่น
- เครื่องวัดปริมาณกรดแลคติก ยี่ห้อ Lactate Plus Meter
- โปรแกรมทดสอบความสามารถด้านแอโรบิกก่อนการทดลอง ด้วยการทดสอบ Yo-Yo Intermittent Tests
- โปรแกรมทดสอบความสามารถด้านแอนแอโรบิกก่อนการทดลอง ด้วยการทดสอบ ดังนี้
  - แรงเหยียดขา (Leg dynamometer Test)
  - แรงบีบมือ (Hand grip Test)
  - ลุก-นั่ง (Sit-ups Test)
  - วิดพื้น (Push-ups Test)
  - วิ่งเร็ว 35 เมตร 6 รอบ (Running-based Anaerobic Sprint Test: Rast)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลตัวแปรด้าน สมรรถภาพความแข็งแรง สมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิก และแลคเตท ก่อนและหลังการฝึก วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติค่าที (t- test) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการฝึกของแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบ (t- test Dependent) และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปร

ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบวงจรกับกลุ่มการฝึกแบบทาบาตะ โดยการทดสอบ (Independent t-test)

การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก แอโรบิก และค่าแลคเตท ในแต่ละกลุ่ม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Dependent t-test
- วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Independent t-test
- กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบสมรรถภาพความแข็งแรง สมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิก ก่อนและหลังการฝึกโปรแกรม ออกกำลังกายแบบวงจร ในรายการทดสอบ Push-up, Sit-up, Leg Dynamometer, Handgrip และ RAST Test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดัง Table 1.

Table 1. Means and Standard Deviations for Strength Performance, Anaerobic Capacity, and Aerobic Capacity Test Results Before and After Circuit Training

Variables	Circuit Training				t	*p*-value
	Before		After			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Push-up	32.42	5.71	39.33	6.99	-4.93	0.00*
Sit-up	39.58	6.45	46.42	7.91	-5.58	0.00*
Leg Dynamometer	119.75	26.62	133.48	27.58	-6.78	0.00*
Handgrip	35.20	6.49	40.46	5.96	-6.18	0.00*
RAST Test	336.33	55.21	289.17	108.65	1.70	0.12
Yoyo Test	15.48	1.86	45.96	5.01	-24.71	0.00*

*Statistically significant at the 0.05 level.

2. ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบสมรรถภาพแอนแอโรบิก แอโรบิก ก่อนและหลังการฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบทาบาตะ ในรายการทดสอบ Push-up, Sit-up, Leg Dynamometer, Handgrip และ Yoyo Test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดัง Table 2.

Table 2. Means and Standard Deviations for Strength Performance, Anaerobic Capacity, and Aerobic Capacity Test Results Before and After Tabata Training

Variables	Tabata training				t	*p*-value
	Before		After			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Push-up	30.67	9.77	37.17	10.76	-4.45	0.01*
Sit-up	34.92	6.08	43.92	9.14	-5.74	0.00*
Leg Dynamometer	118.30	34.47	130.83	36.01	-6.23	0.00*
Handgrip	33.42	5.69	36.86	6.02	-7.20	0.00*
RAST Test	345.92	47.28	310.33	157.41	0.89	0.39
Yoyo Test	17.14	1.74	44.24	5.29	-16.33	0.00*

*Statistically significant at the 0.05 level.

3. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่ฝึกแบบวงจร และการฝึกแบบทาบาตะ หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึก ในรายการทดสอบ Push-up, Sit-up, Leg Dynamometer, Handgrip และ RAST Test ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการฝึกโปรแกรม พบว่า ผลการฝึกแบบวงจรและกลุ่มการฝึกแบบทาบาตะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดัง Table 3.

Table 3. Means and standard deviations for strength performance, anaerobic capacity, and aerobic capacity test results between the circuit training group and the Tabata training group.

Variables	Circuit group (n=12)		Tabata group (n=12)		t	*p*- value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Push-up	39.33	6.99	37.17	10.76	0.58	0.56
Sit-up	46.42	7.91	43.92	9.14	0.71	0.48
Leg Dynamometer	133.48	27.58	130.83	36.01	0.21	0.84
Handgrip	40.46	5.96	36.86	6.02	1.47	0.16
RAST Test	289.17	108.65	310.33	157.41	-0.38	0.71
Yoyo Test	45.96	5.01	44.24	5.29	0.82	0.42

*Statistically significant at the 0.05 level.

4. ผลการทดสอบแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบวงจรมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแลคเตทในเลือด เท่ากับ 4.30 ± 1.75 มิลลิโมล/ลิตร และ หลังการฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบวงจรมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแลคเตทในเลือด เท่ากับ 3.81 ± 1.99 มิลลิโมล/ลิตร ดัง Table 4.

Table 4. Means and Standard Deviations for Blood Lactate Test Results Before and After Circuit Training and Tabata Training

Group	Blood Lactate				t	*p*-value
	Before		After			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Circuit training	4.30	1.75	3.81	1.99	2.92	0.01*
Tabata training	3.71	2.32	2.96	2.29	6.24	0.00*

*Statistically significant at the 0.05 level.

5. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่ฝึกออกกำลังกายแบบวงจรและการออกกำลังกายแบบทาบาตะ หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึก ในรายการทดสอบแลคเตทในเลือด ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการฝึกโปรแกรมออกกำลังกาย พบว่า ผลการฝึกออกกำลังกายแบบวงจรและกลุ่มออกกำลังกายแบบทาบาตะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดัง Table 5.

Table 5. Means and Standard Deviations for Blood Lactate Test Results between Circuit Training and Tabata Training

Variables	Circuit group (n=12)		Tabata group (n=12)		t	*p*-value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
Blood lactate	3.81	1.99	2.96	2.29	0.97	0.34

*Statistically significant at the 0.05 level.

อภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกทั้งแบบวงจร (Circuit Training) และแบบทาบาตะ (Tabata Training) มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลชายระดับเยาวชน ทั้งในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพแอโรบิก และระดับแลคเตทในเลือด โดยมีรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในแต่ละกลุ่มดังนี้

กลุ่มฝึกแบบวงจร (Circuit Training) การวิเคราะห์ภายในกลุ่มโดยใช้ Paired t-test พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปร ได้แก่ Push-up, Sit-up, Handgrip และ Leg Dynamometer ซึ่งแสดงถึงการพัฒนาในหลายมิติของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อแกนกลางและแขนขา สอดคล้องกับ Hazeldine (1987) ที่ระบุว่าการฝึกแบบวงจรสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับสมรรถภาพแอโรบิก คะแนนจาก Yoyo Intermittent Recovery Test เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนถึงการปรับตัวของระบบพลังงานแอโรบิกซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการฝึกที่มีการออกแรงสลับกับการมีช่วงพักอย่างต่อเนื่อง ทั้งยังสนับสนุนข้อค้นพบของ Kinnunen et al. (2019) ซึ่งพบว่า HIIT สามารถเพิ่ม VO_2max และพัฒนาการฟื้นตัวได้ดี อย่างไรก็ตาม ในด้านสมรรถภาพแอนแอโรบิก คะแนนจาก RAST Test แม้จะมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากระยะเวลาการฝึกที่ยังไม่เพียงพอ หรือความแปรปรวนของคะแนนหลังการฝึกที่สูง ส่งผลให้ไม่สามารถตรวจจับความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

กลุ่มฝึกแบบทาบาตะ (Tabata Training) ผลการวิเคราะห์ภายในกลุ่มพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในทุกตัวแปรอย่างมีนัยสำคัญ แม้การฝึกจะใช้เวลาสั้น 4 นาทีต่อเซสชัน แต่ระดับความเข้มข้นสูงมากที่ 20 วินาที สลับกับการพัก 10 วินาที ทำให้เกิดแรงตึงเครียดเชิงกลในกล้ามเนื้อเพียงพอต่อการกระตุ้นการปรับตัว สอดคล้องกับ Namwicha et al. (2019) ที่พบว่า Tabata Training สามารถพัฒนาความแข็งแรงได้ภายใน 6 สัปดาห์ ด้านสมรรถภาพแอโรบิก คะแนน Yoyo Test เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สนับสนุนแนวคิดของ Helgerud et al. (2001) และ Tabata et al. (1996) ที่ระบุว่า HIIT มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าการฝึกแบบคงที่ในระยะเวลาเท่ากัน ในส่วนของสมรรถภาพแอนแอโรบิก ผลคะแนน RAST Test ลดลงแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุอาจมาจากความไม่จำเพาะของลักษณะการฝึกกับลักษณะการทดสอบ (Sprint-Intermittent) หรือความแปรปรวนที่สูงในผลคะแนนหลังฝึก

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกแบบวงจรและทาบาตะ ผลการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มด้วย Independent t-test ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในทุกตัวแปรที่ประเมิน ซึ่งอาจมีสาเหตุจาก: ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จำกัด (n=12 ต่อกลุ่ม) ส่งผลให้พลังทางสถิติไม่เพียงพอ ระยะเวลาในการฝึกเพียง 8 สัปดาห์ อาจยังไม่แสดงความแตกต่างอย่างชัดเจน ลักษณะการฝึกของทั้งสองกลุ่มมีความเข้มข้นเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน (High-Intensity Intermittent Training) จึงส่งผลต่อการพัฒนาในทิศทางคล้ายกัน อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับงานของ Gibala et al. (2012) ที่ชี้ว่า HIIT รูปแบบต่าง ๆ สามารถพัฒนาสมรรถภาพระบบพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่ารูปแบบจะต่างกัน

การเปรียบเทียบระดับแลคเตทในเลือด ระดับแลคเตทในเลือดลดลงหลังการฝึกทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนถึงการปรับตัวทางเมตาบอลิซึม โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพในการขจัดแลคเตท (Lactate Clearance) หรือการนำกลับไปใช้ใหม่ในกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อที่ยังคงทำงานอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gladden (2004) และ Morehouse & Miller (1976) แม้ค่าลดลงในกลุ่มทาบาตะจะมากกว่า แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเกิดจากการตอบสนองเฉพาะบุคคล (Individual Variability) หรือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่มากพอ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าทั้งสองรูปแบบมีศักยภาพในการส่งเสริมการจัดการแลคเตทได้อย่างใกล้เคียงกัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่า ทั้งกลุ่มที่ฝึกแบบวงจรและแบบทาบาตะมีการพัฒนาสมรรถภาพแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) ตามผลการทดสอบ YoYo IR Test ขณะที่ผลการทดสอบ RAST ซึ่งวัดสมรรถภาพแอนแอโรบิกไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ระดับแลคเตทในเลือดของทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก ($p<.05$) แสดงถึงการตอบสนองของระบบพลังงานต่อโปรแกรมการฝึกที่เข้มข้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่า โปรแกรมทั้งสองสามารถกระตุ้นระบบพลังงานที่เกี่ยวข้องกับกีฬาฟุตบอลได้ดี โดยเฉพาะโปรแกรมทาบาตะซึ่งมีข้อได้เปรียบด้านความยืดหยุ่น ใช้เวลาน้อย และสามารถออกแบบให้สอดคล้องกับทักษะกีฬาเฉพาะทางได้ ทั้งนี้ ข้อจำกัดของการวิจัยคือจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ยังน้อย และการวัดผลในระยะสั้น จึงแนะนำให้มีการศึกษาต่อเนื่องในระยะยาว หรือเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในกีฬาประเภทอื่น เพื่อเพิ่มความชัดเจนของผลลัพธ์และการนำไปใช้จริงในบริบทของกีฬาอาชีพ หากมีการศึกษาครั้งถัดไปอาจใช้การออกแบบโปรแกรมการฝึกที่ผสมผสานทั้งทาบาตะ วงจร และการเคลื่อนไหวเฉพาะตำแหน่ง เช่น Small-sided Game หรือ Speed Drill เฉพาะตำแหน่ง พร้อมประเมินผลแบบ Longitudinal study ที่ครอบคลุมระยะยาวมากขึ้น เช่น 8–12 สัปดาห์ เพื่อให้เห็นผลการปรับตัวอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Aslan, T. V., & Kahraman, M. Z. (2023). The effect of core exercise program on vertical jump, speed, agility and strength parameters in junior male soccer players. Journal of Education and Recreation Patterns, 4(2), 610-627.

Bazneshin, H. M., Damirchi, A., & Arazi, H. (2023). Comparison of the effect of Tabata training on soft and hard surfaces on left ventricular structure and function and some physical fitness factors in elite beach soccer players. Journal of Sport and Exercise Physiology, 16(2), 94-104.

Ghosh, A. K., Goswami, A., & Ahuja, A. (1995). Heart rate & blood lactate response in amateur competitive boxing. The Indian journal of medical research, 102, 179-183.

Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low‐volume, high‐intensity interval training in health and disease. The Journal of physiology, 590(5), 1077-1084.

Gladden, L. B. (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. The Journal of physiology, 558(1), 5-30.

Hazeldine, R. (1987). Fitness for Sport. London: The Crorood Press Mailbrourn.

Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. A. N. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. Medicine & science in sports & exercise, 33(11), 1925-1931.

Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, M., Helgesen. C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO2max more than moderate training. Medicine & science in sports & exercise, 39(4), 665-671.

Hetlelid, K. J., Herold, E., & Seiler, S. (2009). Comparison Of Metabolic Responses to High Intensity Interval Training in Trained and Well-trained Males. Medicine & Science in Sports & Exercise, 41(5), 501.

Kinnunen J. V., Piitulainen H., & Piirainen J. M. (2019). Neuromuscular Adaptations to Short-Term High-Intensity Interval Training in Female Ice-Hockey Players. J Strength Cond Res, 33(2), 479-485.

Krabuanrat, J. (2015). Fundamental movement skills and brain development. Journal of Health, Physical Education and Recreation, 41(1), 5–12. (in Thai)

Lisenchuk, G., Leleka, V., Bogatyrev, K., Kokareva, S., Adamenko, O., Shchekotylina, N., Romanenko, S., & Krupenya, S. (2023). Fitness training in functional preparedness of highly qualified football players. Journal of Physical Education and Sport, 23(2), 502-509.

Megahed, M., Al-Torbany, M., Al-Ghool, M., & Tarek, Z. (2023). Effects of high-intensity interval training using “Tabata protocol” on respiratory parameters, special endurance, and 800-m runners’ performance. Journal of Human Sport and Exercise, 18(4), 842-857.

Morehouse, L. E., & Miller, A. T. (1976). Physiology of Exercise. NY: The C.V.Mosby.

Munger, C. N., Archer, D. C., Leyva, W. D., Wong, M. A., Coburn, J. W., Costa, P. B., & Brown, L. E. (2017). Acute effects of eccentric overload on concentric front squat performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 31(5), 1192-1197.

Namwicha, K., Haisirikul, M., & Sriklang, S. (2019). The Effect of Training the Tabata Exercise Program on Muscle Strength of Male Students Sports Science Program Faculty of Science, Buriram Rajabhat University. Journal of Science and Technology, Buriram Rajabhat University, 4(2), 15–26. (in Thai)

Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO_2max. Medicine and science in sports and exercise, 28, 1327-1330.

Thomas, K., French, D., & Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(1), 332-335.