

ผลของการฝึกแบบผสมผสาน SAP ที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาในนักกีฬา ประเภททีมที่ใช้ความคล่องแคล่วว่องไวระดับมหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SAP COMBINED TRAINING ON LEG MUSCLE FITNESS IN UNIVERSITY AGILITY-BASED TEAM SPORTS ATHLETES

ศุภมาศ โวหารลัก¹, กันตณพัฒน์ การุณพันธ์¹, ปรีวัตร ปาโส¹ และ พนิดา ชูเวช^{1*}

Supamat Woharnluek¹, Kunnaphat Karunphan¹, Pariwat Paso¹ and Panida Chuvet^{1*}

¹คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

¹Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University, Roi Et province

*Corresponding Author: panida110456@gmail.com

Received: February 21, 2026

Revised: March 5, 2026

Accepted: March 27, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลาซไมโอเมตริก (Speed, Agility, and Plyometric Training: SAP) ที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาประเภททีม 2) เปรียบเทียบสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา ก่อนและหลังการฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และ 3) เปรียบเทียบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา ระหว่างชนิดกีฬาทีม การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง โดยไม่มีกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 45 คน ประกอบด้วยนักกีฬาสเกตบอล ฟุตบอล และวอลเลย์บอล ชนิดกีฬาละ 15 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โปรแกรมการฝึก SAP ประกอบด้วย การฝึกด้านความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลาซไมโอเมตริก ดำเนินการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ การประเมินผลครอบคลุมสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา ได้แก่ ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Paired Sample t-test) การทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance: One-Way ANOVA) และค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ สมรรถภาพของกลุ่มตัวอย่างดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปร ($p < .05$) โดยความเร็วในการวิ่ง 50 เมตรลดลงจาก 7.18 ± 0.42 วินาที เป็น 6.74 ± 0.36 วินาที ความคล่องแคล่วว่องไวลดลงจาก 16.65 ± 1.05 วินาที เป็น 15.18 ± 0.82 วินาที ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นจาก 118.5 ± 12.4 กิโลกรัม เป็น 138.2 ± 11.8 กิโลกรัม และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นจาก 46.9 ± 5.2 เซนติเมตร เป็น 53.1 ± 4.5 เซนติเมตร โดยค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับมาก ($d = 1.13-1.63$) นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของค่าการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพระหว่างชนิดกีฬา ($p > .05$) สรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP สามารถพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา โดยเฉพาะความแข็งแรง พลังระเบิด และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของนักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับนักกีฬาประเภททีมที่หลากหลายชนิดกีฬา

คำสำคัญ: การฝึกแบบผสมผสาน SAP, ความคล่องแคล่วว่องไว, พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา, นักกีฬาประเภททีม

Abstract

This study aimed to 1) examine the effects of a combined Speed, Agility, and Plyometric Training (SAP) program on lower-limb physical performance in team sport athletes, 2) compare lower-limb performance before and after a 6-week training period, and 3) compare the differences in performance changes among different team sports. The study employed a one-group pretest–posttest experimental design without a control group. The participants consisted of 45 male university athletes, including basketball, futsal, and volleyball players (15 athletes per sport), selected through purposive sampling.

The SAP training program consisted of speed, agility, and plyometric exercises performed three times per week for six weeks. Lower-limb performance assessments included speed, agility, muscular strength, and explosive power. Data were analyzed using paired sample t-tests, one-way analysis of variance (One-Way ANOVA), and effect size (Cohen's d) with a significance level set at .05. The results revealed that after the 6-week training program, participants demonstrated significant improvements in all measured variables ($p < .05$). The 50-meter sprint time decreased from 7.18 ± 0.42 s to 6.74 ± 0.36 s, agility performance improved from 16.65 ± 1.05 s to 15.18 ± 0.82 s, lower-limb muscular strength increased from 118.5 ± 12.4 kg to 138.2 ± 11.8 kg, and vertical jump performance improved from 46.9 ± 5.2 cm to 53.1 ± 4.5 cm. The effect sizes were classified as large ($d = 1.13-1.63$). In addition, no significant differences were found in the magnitude of performance improvements among the different sports ($p > .05$). In conclusion, the SAP training program effectively improves lower-limb performance, particularly muscular strength, explosive power, and change-of-direction ability in university-level team sport athletes. The findings suggest that SAP training can be practically applied across various team sports to enhance athletic performance.

Keywords: Combined SAP training, Agility, Lower-body explosive power, Team-sport athletes

บทนำ

กีฬาประเภททีมที่ต้องอาศัยความคล่องแคล่วว่องไว (agility-based team sports) เป็นกลุ่มกีฬาที่มีลักษณะเฉพาะด้านความต้องการสมรรถภาพทางกายสูงและซับซ้อน ผู้เล่นจำเป็นต้องแสดงความสามารถในการเร่งความเร็ว การหยุด การเปลี่ยนทิศทาง การกระโดด ตลอดจนการตอบสนองต่อสถานการณ์การแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง รูปแบบกิจกรรมของกีฬากลุ่มนี้มักอยู่ในลักษณะกิจกรรมแบบความเข้มข้นสูงสลับต่ำ (high-intensity intermittent activities) ซึ่งต้องอาศัยการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular system) เพื่อรองรับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นแต่มีความเข้มข้นสูงซ้ำ ๆ การมีสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมจึงถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่กำหนดความสามารถในการคงประสิทธิภาพการเล่นและความได้เปรียบเชิงแทคติคตลอดระยะเวลาการแข่งขัน (Clemente et al., 2025)

ในบรรดาองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับกีฬาประเภททีม พลังระเบิดของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (lower-body explosive power) ได้รับการยอมรับว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่มีบทบาทเชิงชี้ขาดต่อประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะความสามารถในการออกตัวอย่างรวดเร็ว (acceleration) ความสามารถในการกระโดด (jumping performance) และความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (change-of-direction speed: CODS) พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่เพียงเกี่ยวข้องกับความสามารถทางกายภาพเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและการตัดสินใจในสถานการณ์การแข่งขันจริง เนื่องจากการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและแม่นยำช่วยเพิ่มโอกาสในการสร้างความได้เปรียบทั้งเกมรุกและเกมรับ ในทางตรงกันข้าม หากนักกีฬามีข้อจำกัดด้านพลังระเบิดของกล้ามเนื้อส่วนล่าง ย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวลดลง ความสามารถในการเปลี่ยนสถานะการเล่นล่าช้า และอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากแรงกระทำที่เกิดขึ้นภายใต้ความเข้มข้นสูง (Ramírez-Campillo et al., 2020) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพนักกีฬาในประเทศไทยที่มีการประยุกต์ใช้การฝึกพลายโอเมตริกและการฝึกแบบสถานีเพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านความคล่องแคล่วว่องไวและพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬาหลายประเภท เช่น มวยปล้ำและฟุตบอล (Watabunditkul, 2025; Pamakamo et al., 2025) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการฝึกที่เน้นการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนานักกีฬาไทยในปัจจุบัน

จากหลักฐานเชิงประจักษ์ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา แนวทางการพัฒนาพลังระเบิดและความสามารถในการเคลื่อนไหวแบบฉับพลันมีความหลากหลาย ทั้งการฝึกความเร็ว (speed training) การฝึกความคล่องแคล่วว่องไว (agility training) และการฝึกแบบพลายโอเมตริก (plyometric training) ซึ่งแต่ละรูปแบบล้วนมีพื้นฐานทางสรีรวิทยาและกลไกการปรับตัวที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการฝึกพลายโอเมตริกที่สามารถกระตุ้นกลไก stretch-shortening cycle (SSC) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตแรงอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ ขณะที่การฝึกความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวช่วยพัฒนาการควบคุมการ

เคลื่อนไหว การทรงตัว และประสิทธิภาพในการเปลี่ยนทิศทาง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยร่วมสมัยเสนอว่าการฝึกแบบผสมผสาน (combined training) ที่บูรณาการองค์ประกอบหลายด้านเข้าด้วยกันสามารถก่อให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาท – กล้ามเนื้อที่ครอบคลุมมากกว่า และตอบสนองต่อข้อกำหนดของกีฬาประเภททีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Clemente et al., 2025; Ramírez-Campillo et al., 2020)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานวิจัยจำนวนมากจะสนับสนุนประสิทธิผลของการฝึกในแต่ละรูปแบบ แต่ยังคงมีช่องว่างทางวิชาการ (research gap) เกี่ยวกับผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสานที่บูรณาการองค์ประกอบด้านความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลาสมेटริก (Speed-Agility-Plyometric: SAP) ในกลุ่มนักกีฬาประเภททีมหลายชนิดกีฬาในบริบทของนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย งานวิจัยที่ผ่านมาในประเทศไทยมักมุ่งศึกษาในนักกีฬานักกีฬาเดี่ยว เช่น ฟุตบอลหรือมวยปล้ำ (Watabunditkul, 2025; Pamakamo et al., 2025) หรือศึกษาเฉพาะองค์ประกอบการฝึกบางด้านเท่านั้น (Noothong et al., 2025) ส่งผลให้ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าการบูรณาการองค์ประกอบ SAP เข้าด้วยกันจะสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาหลายชนิดกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด

สำหรับบริบทของมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จากการติดตามและสังเกตการฝึกซ้อมและการแข่งขันของนักกีฬาประเภททีม พบปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกันในหลายชนิดกีฬา ได้แก่ ความล่าช้าในการเปลี่ยนสถานะการเล่น (transition) และการลดลงของแรงระเบิดของกล้ามเนื้อในช่วงท้ายการแข่งขัน ปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านสมรรถภาพกล้ามเนื้อและประสิทธิภาพการประสานงานของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความสามารถในการเร่งความเร็ว การเปลี่ยนทิศทาง และการตอบสนองต่อสถานการณ์เกม หากการเตรียมความพร้อมทางกายยังคงมุ่งเน้นเพียงการฝึกทักษะเฉพาะกีฬา โดยปราศจากการพัฒนาสมรรถภาพเชิงบูรณาการ ย่อมมีแนวโน้มทำให้การพัฒนาศักยภาพทางกายไม่ครอบคลุมต่อข้อกำหนดของการแข่งขันจริง

ด้วยเหตุนี้ จากปัญหาความล่าช้าในการเปลี่ยนสถานะการเล่นและข้อจำกัดด้านแรงระเบิดของกล้ามเนื้อที่พบในนักกีฬาประเภททีมของมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ประกอบกับความจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่ใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพแต่ให้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุม คณะผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาและทดสอบโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP (Speed-Agility-Plyometric Training) โดยยึดหลักความเฉพาะเจาะจงของการฝึก และการประสานงานของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ (neuromuscular coordination) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP ที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาประเภททีม เปรียบเทียบสมรรถภาพกล้ามเนื้อก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมการฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพกล้ามเนื้อระหว่างชนิดกีฬาทีม ได้แก่ บาสเกตบอล ฟุตบอล และวอลเลย์บอลระดับมหาวิทยาลัย โดยผลการวิจัยที่ได้คาดว่าจะช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านการออกแบบโปรแกรมฝึกแบบผสมผสาน สนับสนุนการพัฒนาแบบการฝึกซ้อมที่มีความกระชับเหมาะสมกับข้อจำกัดของนักกีฬาระดับอุดมศึกษา และมีประสิทธิผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นต่อการแข่งขัน (Ramírez-Campillo et al., 2020; Clemente et al., 2025)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP (Speed, Agility, and Plyometric Training) ที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อส่วนล่างของนักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบ กลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภายหลังการแทรกแซงภายใต้เงื่อนไขการควบคุมที่กำหนด

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาชายตัวแทนมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด สังกัดกีฬาประเภททีมที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอาศัยความคล่องแคล่วว่องไวสูง (agility-based team sports) ในปีการศึกษา 2567

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 45 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ตามชนิดกีฬาที่กำหนด โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ได้แก่ นักกีฬาสเกตบอล นักกีฬาฟุตบอล และนักกีฬาวอลเลย์บอล ซึ่งเป็นนักกีฬาที่มีการฝึกซ้อมและเข้าร่วมการแข่งขันอย่างต่อเนื่องในระดับมหาวิทยาลัย การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงจากงานวิจัยของ Ramírez-Campillo et al. (2015) รวมทั้งการคำนวณกำลังการ

ทดสอบทางสถิติ (power analysis) ด้วยโปรแกรม G*Power สำหรับการทดสอบแบบ paired-samples t-test (two-tailed) กำหนด $\alpha = .05$, power = 0.80 และ effect size $d = 0.80$ (Cohen, 1988) ซึ่งผลการคำนวณระบุว่าต้องการกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำประมาณ 15–20 คน ดังนั้น การใช้กลุ่มตัวอย่าง 45 คน จึงถือว่าเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง และการเปรียบเทียบระหว่างชนิดกีฬา

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่การวิจัย (Inclusion Criteria)

1. เป็นนักกีฬาตัวแทนมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ดที่มีชื่อขึ้นทะเบียนในภาคเรียนที่ทำการวิจัย
2. มีประวัติการฝึกซ้อมกีฬาอย่างสม่ำเสมอไม่น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์
3. มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ และเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์
4. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อหรือการผ่าตัดในช่วง 6 เดือนก่อนเริ่มการทดลอง

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion Criteria)

1. เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกได้ไม่ถึงร้อยละ 80 ของระยะเวลาการฝึกทั้งหมด
2. เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยระหว่างการทดลองจนไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกต่อได้
3. ไม่เข้าร่วมการทดสอบสมรรถภาพก่อนการฝึกหรือหลังการฝึกตามวันและเวลาที่กำหนด

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้รับการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย รูปแบบการฝึก และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการทดลองอย่างครบถ้วน ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (informed consent form) โดยสมัครใจ และมีสิทธิ์ถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยไม่มีผลกระทบต่อสถานภาพการเป็นนักกีฬาหรือสิทธิประโยชน์ใด ๆ การวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด เลขที่รับรอง 117/2568

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1. **เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง** คือ โปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP (Speed, Agility, and Plyometric Training Program) ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์หลักการฝึกเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (lower-body explosive power) และการปรับตัวของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ (neuromuscular adaptation) โปรแกรมการฝึกมีระยะเวลา 6 สัปดาห์ ฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยออกแบบตามหลักการความเฉพาะเจาะจงของการฝึก และความหนักที่เพิ่มขึ้นทีละน้อย (progressive overload)

1.1 รายละเอียดท่าฝึก โปรแกรมประกอบด้วยท่าฝึกหลัก 6 ท่า แบ่งตามองค์ประกอบของสมรรถภาพ ดังนี้

(1) Speed (S) X-Drill การวิ่งตามทิศทางรูปตัว X มุ่งพัฒนาความสามารถในการเร่งความเร็วช่วงสั้น และการเปลี่ยนมุมการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว

(2) L-Drill (3-Cone Drill) การวิ่งรูปตัว L เพื่อพัฒนาการควบคุมร่างกาย และการจัดระเบียบการเคลื่อนไหวขณะเปลี่ยนทิศทางในวงแคบ

(3) Agility (A) Icky Shuffle การเคลื่อนที่ผ่านบันไดลิง (agility ladder) มุ่งพัฒนาความถี่ของเท้า (footwork frequency) และการประสานงานระหว่างการมองเห็นกับการเคลื่อนไหว (visual-motor coordination)

(4) Plyometric (P) In & Out Jump กระโดดเข้า-ออก มุ่งกระตุ้นการผลิตแรงอย่างรวดเร็วและลดระยะเวลาสัมผัสพื้น (ground contact time)

(5) Alternate Leg Bound กระโดดก้าวสลับขาแบบกว้างเพื่อพัฒนาพลังการส่งตัว (horizontal power drive)

(6) Front Cone Hops การกระโดดข้ามกรวยต่อเนื่องด้านหน้ากระตุ้นกลไก Stretch-Shortening Cycle (SSC)

1.2 **แผนการฝึกเชิงปริมาณ (Training Volume and Intensity)** โปรแกรมการฝึกถูกออกแบบโดยใช้หลัก Progressive Overload เพื่อกระตุ้นการปรับตัวทางประสาท-กล้ามเนื้อ แบ่งช่วงการฝึกออกเป็น 3 ระยะ ดัง Table 1

Table 1. Training Volume and Load Progression

Training Phase (Weeks)	Sets	Volume per Set	Rest Interval	Relative Intensity Focus
Weeks 1–2	2 sets	6 repetitions / 10 m per repetition	120 s	Moderate intensity emphasizing neuromuscular adaptation and movement technique control
Weeks 3–4	3 sets	8 repetitions / 15 m per repetition	90 s	High intensity emphasizing strength–speed development and change-of-direction efficiency
Weeks 5–6	4 sets	10 repetitions / 20 m per repetition	60 s	Very high intensity emphasizing maximum power output and performance peaking

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การประเมินผลใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่ได้รับการยอมรับในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วง เดือนกันยายน พ.ศ. 2568 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568 ณ สนามกีฬามหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ การทดสอบก่อนการทดลองและการทดสอบหลังการทดลอง ภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยแบบทดสอบที่ใช้มีดังนี้

(1) ความเร็ว (Speed) ด้วยการทดสอบ 50-Meter Sprint Test บันทึกเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาดิจิทัล ความละเอียด 0.01 วินาที

(2) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ด้วยทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวของอิลลินอยส์ Illinois Agility Test ประเมินความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางแบบหลายมิติ

(3) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg Strength) ด้วยวิธี Leg Dynamometer ใช้วัดแรงเหยีดขาสูงสุด (maximal isometric force)

(4) พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (Explosive Power) ด้วยวิธี Vertical Jump Test คำนวณจากความต่างระหว่างระยะเอื้อมและจุดสูงสุดของการกระโดด

ก่อนการทดสอบทุกครั้ง กลุ่มตัวอย่างได้รับการอบอุ่นร่างกาย (warm-up) ประมาณ 15 นาที และมีช่วงพักระหว่างการทดสอบแต่ละรายการอย่างเพียงพอ เพื่อลดอิทธิพลของความล้า การทดสอบทุกตัวแปรดำเนินการตามลำดับเดียวกันทั้งในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายได้อย่างถูกต้อง

3. การหาคุณภาพของเครื่องมือ โปรแกรมการฝึก SAP และเครื่องมือประเมินผลได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 แสดงถึงความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายถูกนำไปทดลองใช้ (try-out) กับนักกีฬาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นด้วย Intraclass Correlation Coefficient (ICC) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.85–0.92 ซึ่งอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบมีความเชื่อมั่นและสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยได้อย่างเหมาะสม

4. การควบคุมคุณภาพการทดลอง เพื่อเสริมสร้างความเที่ยงตรงภายในของการทดลอง และลดอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลต่อผลการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการควบคุมการทดลองอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ ตลอดระยะเวลาการฝึกมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่กำกับและตรวจสอบความถูกต้องของท่าฝึกให้เป็นไปตามหลักชีวกลศาสตร์ เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนด้านเทคนิคการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ การทดสอบสมรรถภาพก่อนการทดลอง (pre-test) และหลังการทดลอง (post-test) ได้ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด ทั้งในด้านช่วงเวลา สถานที่ และการใช้เครื่องมือวัด เพื่อควบคุมความแปรปรวนที่อาจเกิดจากปัจจัยแวดล้อม ขณะเดียวกัน ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างให้หลีกเลี่ยงการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเสริมสร้างความแข็งแรงอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในกรวิจัย เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายที่ตรวจพบสามารถอธิบายได้จากผลของโปรแกรมการฝึก SAP โดยตรง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$ ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ถูกนำมาวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย (BMI) รวมถึงผลการทดสอบสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ถูกวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. การตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล (Normality Testing) ก่อนการวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน ผู้วิจัยทำการตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro–Wilk Test เนื่องจากขนาดกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยกว่า 50 คน เพื่อประเมินความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติแบบพารามิเตอร์ (parametric assumptions)

3. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)

3.1 การเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง (Intra-group Comparison) การเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาก่อนและหลังการได้รับโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP วิเคราะห์ด้วยสถิติ Paired Sample t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ($N = 45$)

3.2 การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Effect Size Analysis) เพื่อแสดงนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ (practical significance) ของผลการทดลอง ผู้วิจัยคำนวณค่าขนาดอิทธิพลด้วย Cohen's d โดยแปลผลตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

$0.20 \leq d < 0.50$ หมายถึง ขนาดอิทธิพลระดับน้อย (small effect)

$0.50 \leq d < 0.80$ หมายถึง ขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง (medium effect)

$d \geq 0.80$ หมายถึง ขนาดอิทธิพลระดับมาก (large effect)

4. การเปรียบเทียบระหว่างชนิดกีฬา (Between-Sport Comparison) ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance: One-Way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพ (gain scores) ระหว่างนักกีฬาทั้ง 3 ชนิดกีฬา ได้แก่ บาสเกตบอล ฟุตบอล และวอลเลย์บอล หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะดำเนินการทดสอบรายคู่ด้วยวิธี Tukey's Honestly Significant Difference (Tukey's HSD)

ผลการวิจัย

ผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP ต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 45 คน ประกอบด้วยนักกีฬาสเกตบอล ฟุตบอล และวอลเลย์บอล ชนิดกีฬาละ 15 คน กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 20.45 ± 1.12 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 68.32 ± 5.84 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 176.54 ± 6.21 เซนติเมตร และดัชนีมวลกายเฉลี่ย 21.91 ± 1.45 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดัง Table 2

Table 2. Mean and Standard Deviation of Participants' General Characteristics ($n = 45$)

Variable	Mean	S.D.
Age (years)	20.45	1.12
Body Mass (kg)	68.32	5.84
Height (cm)	176.54	6.21
Body Mass Index (BMI)	21.91	1.45

ก่อนการวิเคราะห์เชิงอนุมาน ผู้วิจัยได้ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลสมรรถภาพทางกายด้วยสถิติ Shapiro–Wilk Test ผลการทดสอบพบว่าทุกตัวแปรมีความสำคัญมากกว่า $.05$ ($p > .05$) แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ จึงเลือกใช้สถิติพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ภายหลังจากฝึกตามโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าสมรรถภาพทางกายของกลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มดีขึ้นในทุกตัวแปร โดยความเร็วในการวิ่งระยะ 50 เมตรและความคล่องแคล่วว่องไวจาก Illinois Agility Test มีค่าเฉลี่ยลดลง สะท้อนถึงประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่และการเปลี่ยน

ทิศทางที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและพลังระเบิดจาก Vertical Jump Test มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงถึงการพัฒนาศักยภาพในการผลิตแรงของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการฝึกด้วยสถิติ Paired Sample t-test พบว่าทุกตัวแปรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) ของทุกตัวแปรมีค่ามากกว่า 0.80 ซึ่งอยู่ในระดับมาก (large effect size) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึก SAP มีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาอย่างมีนัยสำคัญ รายละเอียดเชิงปริมาณแสดงใน Table 3

Table 3. Comparison of Lower-Body Performance Before and After the Training Program (n = 45)

Performance Variable	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)	t	p	Cohen's d
Speed (50 m Sprint, s)	7.18 $\pm$ 0.42	6.74 $\pm$ 0.36	8.45	.000*	1.13
Agility (Illinois Agility Test, s)	16.65 $\pm$ 1.05	15.18 $\pm$ 0.82	12.32	.000*	1.56
Leg Strength (Leg Dynamometer, kg)	118.5 $\pm$ 12.40	138.2 $\pm$ 11.80	15.14	.000*	1.63
Explosive Power (Vertical Jump, cm)	46.90 $\pm$ 5.20	53.10 $\pm$ 4.50	10.28	.000*	1.28

*p < .05

เพื่อประเมินว่าโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาต่างชนิดกีฬาหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลง (gain scores) ระหว่างกลุ่มนักกีฬาบาสเกตบอล ฟุตบอล และวอลเลย์บอล โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายทุกตัวแปรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > .05) ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวบ่งชี้ว่า โปรแกรมการฝึก SAP ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาทั้งสามชนิดกีฬาในระดับที่ใกล้เคียงกัน รายละเอียดเชิงปริมาณดัง Table 4

Table 4. Comparison of Gain Scores Among Sports Groups

Performance Variable	Basketball (n = 15)	Futsal (n = 15)	Volleyball (n = 15)	F	p
Speed	0.44 $\pm$ 0.08	0.42 $\pm$ 0.10	0.46 $\pm$ 0.09	0.85	.435
Agility	1.47 $\pm$ 0.22	1.52 $\pm$ 0.25	1.42 $\pm$ 0.28	0.64	.532
Leg Strength	19.70 $\pm$ 4.20	18.50 $\pm$ 5.10	20.9 $\pm$ 4.80	1.12	.334
Explosive Power	6.20 $\pm$ 1.40	6.50 $\pm$ 1.20	5.9 $\pm$ 1.30	0.78	.465

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลาสมेटริก (Speed, Agility, and Plyometric Training: SAP) เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ นักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัยมีการพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (p < .05) นอกจากนี้ ค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) ที่อยู่ในระดับมากในทุกตัวแปรยังสะท้อนให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีความสำคัญเชิงปฏิบัติ (practical significance) ต่อสมรรถภาพของนักกีฬา ผลลัพธ์ดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดว่าการฝึกแบบบูรณาการที่ผสมผสานการฝึกความเร็ว ความคล่องแคล่ว และพลาสมेटริก สามารถกระตุ้นการปรับตัวของ ระบบประสาท-กล้ามเนื้อ (neuromuscular adaptation) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประการแรก การพัฒนาด้านความคล่องแคล่วว่องไวเป็นตัวแปรที่มีค่าขนาดอิทธิพลสูงที่สุด (d = 1.56) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรม SAP มีประสิทธิภาพต่อการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของกีฬาประเภททีม การพัฒนาดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพของ แรงขับประสาท (neural drive) และการประสานงานของหน่วยยนต์ (การประสานงานภายในกล้ามเนื้อ; intra-muscular coordination) ซึ่งช่วยให้กล้ามเนื้อสามารถสร้างแรงและควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แบบฝึกที่ใช้ในโปรแกรม เช่น การฝึกด้วยบันไดลิง (agility ladder drills) และการฝึกเปลี่ยนทิศทางหลายทิศทาง (multi-directional change-of-

direction drills) ช่วยกระตุ้นระบบประสาทให้ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและซับซ้อน ส่งผลให้ความสามารถในการเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางดีขึ้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ramírez-Campillo et al. (2022) ที่รายงานว่า การฝึกแบบผสมผสานสามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตแรงในแนวระนาบและเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนทิศทาง การเคลื่อนไหวของนักกีฬาได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Thomas et al. (2020) ยังพบว่าการฝึกความคล่องแคล่วร่วมกับการฝึกพลาโยโอเมตริกสามารถลดระยะเวลาการสัมผัสพื้น (ground contact time) และเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาได้อย่างมีนัยสำคัญ

ประการที่สอง การเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นผลจากการกระตุ้นกลไก วงจรการยืด-หดตัวของกล้ามเนื้อ (Stretch-Shortening Cycle: SSC) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการฝึกพลาโยโอเมตริก การทำงานของ SSC ทำให้กล้ามเนื้อสามารถใช้พลังงานยืดหยุ่นที่สะสมในระหว่างการยืดตัว (การหดตัวแบบยืด; eccentric phase) เพื่อนำไปใช้ในการหดตัวอย่างรวดเร็ว (การหดตัวแบบสั้น; concentric phase) ส่งผลให้การผลิตแรงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น การฝึกแบบกระโดดและการเคลื่อนไหวแบบระเบิดในโปรแกรม SAP ช่วยเพิ่ม อัตราการพัฒนาแรง (rate of force development: RFD) และความสามารถในการใช้พลังงานยืดหยุ่นของระบบกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pérez-Castilla et al. (2022) และ Kubo et al. (2021) ที่รายงานว่า การฝึกพลาโยโอเมตริกสามารถเพิ่มความแข็งตึงของเส้นเอ็น (tendon stiffness) และเพิ่มความสามารถในการผลิตแรงระเบิดของกล้ามเนื้อส่วนล่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Watabunditkul (2025) และ Innonphanau & Sanphasuk (2025) ที่พบว่าการฝึกพลาโยโอเมตริกสามารถเพิ่มพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาประเภทต่าง ๆ ได้อย่างมีนัยสำคัญ

ประการที่สาม ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-Way Analysis of Variance: One-Way ANOVA) ของค่าการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางกายไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักกีฬาบาสเกตบอล ฟุตบอล และวอลเลย์บอล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรม SAP สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนักกีฬาประเภททีมที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบความเข้มข้นสูงสลับพักเป็นช่วง ๆ (high-intensity intermittent movements) ได้อย่างใกล้เคียงกัน เนื่องจากกีฬาทั้งสามประเภทมีความต้องการด้านการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกัน เช่น การวิ่งระยะสั้น การเร่งและชะลอความเร็ว การกระโดด และการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Young et al. (2006) ที่เสนอว่าการฝึกเชิงหน้าที่ (functional movement training) ที่เน้นความคล่องตัวและพลังระเบิดสามารถพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาประเภททีมได้โดยไม่จำกัดชนิดกีฬา トラบเท่าที่รูปแบบการเคลื่อนไหวและระบบพลังงานที่ใช้มีลักษณะใกล้เคียงกัน

ประการสุดท้าย ค่าขนาดอิทธิพลที่อยู่ในระดับมากในทุกตัวแปรสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการออกแบบโปรแกรมการฝึกตามหลัก การเพิ่มภาระการฝึกแบบก้าวหน้า (progressive overload) และการจัดการความหนักของการฝึกอย่างเหมาะสม การกำหนดช่วงพักระหว่างเซตประมาณ 60-120 วินาทีช่วยให้ระบบพลังงาน เอทีพี-พีซี (ATP-PC energy system) พ้นตัวได้เพียงพอสำหรับการฝึกที่มีความเข้มข้นสูงในแต่ละเซต นอกจากนี้ การเพิ่มปริมาณงานอย่างเป็นระบบยังช่วยกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวของระบบประสาท-กล้ามเนื้อในช่วงเวลาที่เหมาะสม ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวคิดด้านการวางแผนการฝึกของ Bompa & Buzzichelli (2019) และการทบทวนวรรณกรรมของ Suchomel et al. (2018) ที่ชี้ให้เห็นว่าการฝึกที่ผสมผสานความเร็ว ความคล่องตัว และพลังระเบิดสามารถกระตุ้นการปรับตัวของระบบประสาท-กล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในระยะเวลาหลายสัปดาห์

โดยสรุป โปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP สามารถพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความเร็ว ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับนักกีฬาลากหลายชนิดกีฬาในกลุ่มกีฬาประเภททีมที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบ ความเข้มข้นสูงสลับพักเป็นช่วง ๆ (high-intensity intermittent movements)

ข้อจำกัดในการวิจัย

แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะให้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สำคัญเกี่ยวกับประสิทธิผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลาโยโอเมตริก (Speed, Agility, and Plyometric Training: SAP) ต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขานักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ควรนำมาพิจารณาในการตีความผลการวิจัยและการนำไปประยุกต์ใช้ ดังต่อไปนี้

1. **ข้อจำกัดด้านกลุ่มตัวอย่าง** กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้จำกัดเฉพาะนักกีฬาชายระดับมหาวิทยาลัยในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรอื่น เช่น นักกีฬาหญิง นักกีฬาที่อยู่ในช่วงวัยที่แตกต่างกัน หรือกลุ่มนักกีฬาที่มีระดับทักษะและประสบการณ์สูงกว่า เช่น นักกีฬาระดับอาชีพ ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมประชากรที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัย

2. **การขาดกลุ่มควบคุม** การศึกษานี้ใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลัง ซึ่งแม้ว่าจะสามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการฝึกได้ แต่ไม่สามารถแยกอิทธิพลของโปรแกรมการฝึกออกจากปัจจัยอื่นได้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะผลจากการฝึกซ้อมทักษะกีฬาตามปกติของนักกีฬา ซึ่งอาจมีส่วนร่วมต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายที่ตรวจพบ

3. **การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน** แม้ว่าผู้วิจัยจะกำหนดมาตรการควบคุมการทดลองเพื่อให้สภาวะการฝึกและการทดสอบมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด แต่ยังมีปัจจัยภายนอกบางประการที่ไม่สามารถควบคุมได้อย่างสมบูรณ์ เช่น พฤติกรรมการบริโภคอาหาร คุณภาพการพักผ่อน ระดับความเครียด และกิจกรรมทางกายอื่น ๆ ของกลุ่มตัวอย่าง ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการฟื้นตัวและการปรับตัวทางสรีรวิทยาของร่างกาย ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายได้ในระดับหนึ่ง

4. **ระยะเวลาของการทดลอง** ระยะเวลาการฝึก 6 สัปดาห์ในงานวิจัยนี้เหมาะสมสำหรับการสังเกตการปรับตัวของระบบประสาท-กล้ามเนื้อในระยะเริ่มต้น (early neuromuscular adaptations) อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาดังกล่าวอาจยังไม่เพียงพอสำหรับการสะท้อนการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของระบบกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น รวมถึงการคงอยู่ของสมรรถภาพในระยะยาว (long-term adaptations and retention effects) ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาระยะเวลาการฝึกที่ยาวขึ้นเพื่อประเมินผลของโปรแกรมการฝึกในระยะยาว

5. **สภาพแวดล้อมในการทดสอบ** การเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมภาคสนาม ซึ่งอาจมีความผันแปรของสภาพอากาศ อุณหภูมิ และความชื้น แม้ว่าผู้วิจัยจะพยายามควบคุมเงื่อนไขการทดสอบให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดแล้ว แต่ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนของสมรรถภาพการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างได้ในระดับหนึ่ง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลาสมेटริก (Speed, Agility, and Plyometric Training: SAP) ต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาประเภททีมระดับมหาวิทยาลัย ภายหลังการทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพทางกายของกลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนามีความสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ($p < .05$) นอกจากนี้ ค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) ที่อยู่ในระดับมากในทุกตัวแปรสะท้อนให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีได้มีเพียงน้อยสำคัญทางสถิติเท่านั้น แต่ยังมีมีความสำคัญเชิงปฏิบัติ (practical significance) ต่อสมรรถภาพของนักกีฬาอีกด้วย ขณะเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มกีฬาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งบ่งชี้ว่าโปรแกรมการฝึก SAP สามารถประยุกต์ใช้ได้กับนักกีฬาประเภททีมที่หลากหลายชนิดกีฬา โดยสรุป โปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP เป็นแนวทางการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขา ทั้งในด้านความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรง และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และสามารถใช้เป็นแนวทางเชิงปฏิบัติในการเตรียมนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน SAP สามารถพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาได้อย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เชิงปฏิบัติสำหรับผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬา ดังต่อไปนี้

1. **การบูรณาการโปรแกรมในคาบฝึกซ้อม** โปรแกรม SAP ควรถูกจัดวางในช่วงต้นของการฝึกซ้อมภายหลังการอบอุ่นร่างกาย เนื่องจากการฝึกที่มุ่งเน้นการกระตุ้นระบบประสาท-กล้ามเนื้อ (neuromuscular activation) ซึ่งต้องการสภาวะความสดของร่างกาย (neuromuscular freshness) เพื่อให้การผลิตแรงและความเร็วในการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. ความถี่ของการฝึก สำหรับนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย ควรกำหนดความถี่ของการฝึกไว้ที่ 2–3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยเว้นช่วงระยะห่างอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ระหว่างคาบฝึก เพื่อให้กระบวนการฟื้นตัวทางสรีรวิทยา (physiological recovery) และการปรับตัวของร่างกาย (adaptation) สามารถเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม และลดความเสี่ยงของภาวะล้าสะสม (accumulated fatigue)

3. ความเหมาะสมด้านทรัพยากรและอุปกรณ์ โปรแกรม SAP มีข้อได้เปรียบในด้านความยืดหยุ่นและต้นทุนต่ำ (low-cost training approach) เนื่องจากสามารถดำเนินการฝึกได้ในสภาพแวดล้อมภาคสนาม โดยใช้อุปกรณ์พื้นฐาน เช่น กรวย บันไดลิง หรือพื้นที่ฝึกทั่วไป จึงเหมาะสมกับสถาบันการศึกษาหรือทีมกีฬาที่มีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์และงบประมาณ

4. การเน้นคุณภาพของการเคลื่อนไหว ผู้ฝึกสอนควรให้ความสำคัญกับคุณภาพของการเคลื่อนไหวมากกว่าปริมาณงาน โดยเฉพาะในการฝึกพลาสมาโอเมตริก ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยกลไก วงจรการยืด-หดตัวของกล้ามเนื้อ (Stretch-Shortening Cycle: SSC) ที่ถูกต้องตามหลักชีวกลศาสตร์ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับตัวของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อขยายองค์ความรู้และเพิ่มความเข้มแข็งเชิงระเบียบวิธีวิจัย การศึกษาวิจัยในอนาคตควรพิจารณาประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. การใช้รูปแบบการทดลองที่มีกลุ่มควบคุม ควรใช้รูปแบบการทดลองที่มีกลุ่มควบคุม เช่น การทดลองแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trial: RCT) เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรม SAP กับรูปแบบการฝึกอื่นอย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความเที่ยงตรงภายใน (internal validity) และความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย

2. การขยายกลุ่มประชากรตัวอย่าง ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังนักกีฬาหญิง หรือกลุ่มนักกีฬาในช่วงวัยที่แตกต่างกัน เช่น กลุ่มเยาวชน เพื่อประเมินความแตกต่างของการตอบสนองทางสรีรวิทยาและกลไกการปรับตัวต่อโปรแกรมการฝึก

3. การเพิ่มระยะเวลาการทดลอง ควรเพิ่มระยะเวลาการทดลองเป็น 8–12 สัปดาห์ และดำเนินการติดตามผลภายหลังสิ้นสุดโปรแกรม เพื่อศึกษาการคงอยู่ของสมรรถภาพ (retention effects) ซึ่งมีความสำคัญต่อการวางแผนการฝึกระยะยาว (periodization)

4. การใช้เครื่องมือวัดขั้นสูง งานวิจัยในอนาคตอาจใช้เครื่องมือวัดสมรรถภาพขั้นสูง เช่น เครื่องวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Force Plate) หรือระบบวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสามมิติ (3D motion analysis system) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเชิงกลศาสตร์ เช่น แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground Reaction Force) และ การเคลื่อนไหวของข้อต่อ (joint kinematics) ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจกลไกของการปรับตัวทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ดที่ให้การสนับสนุน และเอื้ออำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อความสมบูรณ์ของงานวิจัย ขอขอบคุณนักกีฬาทุกคนที่เข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และให้ความร่วมมือในการฝึกซ้อมและการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยความตั้งใจและสม่ำเสมอ ตลอดจนผู้ช่วยวิจัยและบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี สุดท้ายบทความวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยจากเครือข่ายสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Clemente, F. M., Martinho, D. V., Silva, R., Trybulski, R., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Fernández, A., Beato, M., & Afonso, J. (2025). Physiological, Physical and Technical Demands During Sided Soccer Game Formats: a Review. *International journal of sports medicine*, 46(10), 710–741. <https://doi.org/10.1055/a-2591-6995>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2021). Effects of plyometric training on muscle-tendon mechanical properties and behavior of fascicles during jumping. *Physiological reports*, 9(21), e15073. <https://doi.org/10.14814/phy2.15073>

- Noothong, T., Poonsri, W., & Vongsrangsap, S. (2025). Development of a SPAC training program affecting speed and agility of lower secondary school soccer players in Kamphaeng Phet Province. *Journal of Education and Human Development*, 9(2), 208–222. <https://doi.org/10.56825/jehds.2025.926296> (in Thai)
- Pamakamo, W., Withaksabut, P., Dakaeo, P., Khamtum, R., Srimuang, T., & Palsing, C. (2025). Effects of station-based training program on the agility of male soccer players in the sports classroom project at Sarakham Pittayakom School, Maha Sarakham Province. *Journal of Sports Science and Health Innovation Thai Rajabhat University Group*, 4(2), 81–91. https://he03.tci-thaijo.org/index.php/SPSC_Network/article/view/2872 (in Thai)
- Pérez-Castilla, A., Jukic, I., Janicijevic, D., Akyildiz, Z., Senturk, D., & García-Ramos, A. (2022). Load-Velocity Relationship Variables to Assess the Maximal Neuromuscular Capacities During the Back-Squat Exercise. *Sports health*, 14(6), 885–893. <https://doi.org/10.1177/19417381211064603>
- Ramirez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henriquez-Olguin, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., Castro-Sepúlveda, M., Marques, M. C., & Izquierdo, M. (2015). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 29(5), 1317–1328. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000762>
- Ramirez-Campillo, R., Castillo, D., Raya-González, J., Moran, J., de Villarreal, E. S., & Lloyd, R. S. (2020). Effects of Plyometric Jump Training on Jump and Sprint Performance in Young Male Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(12), 2125–2143. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01337-1>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Thomas, C., Dos'Santos, T., Comfort, P., & Jones, P. A. (2020). Effect of Asymmetry on Biomechanical Characteristics During 180° Change of Direction. *Journal of strength and conditioning research*, 34(5), 1297–1306. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003553>
- Watabunditkul, P. (2025). Effects of a plyometric training program on agility, leg muscle power, and leg muscle strength in Thai national wrestling athletes. *Journal of Sports Science and Health*, 26(2), 85–100. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/spsc_journal/article/view/275708 (in Thai)
- Young W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, 1(2), 74–83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.2.74>