ผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก

พิชยา นพกาล[1] วิรัตน์ สนธิ์จันทร์[1] สมพร ส่งตระกูล[1] และเสกสรรค์ ทองคำบรรจง[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
[2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก (2) เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และ (3) เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาที่มีการแข่งขันแบบหนักสลับพัก ได้แก่ นักกีฬาฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 22 ปี คัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งจะทำการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนด 8 สัปดาห์ กลุ่มละ 3 วัน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเพื่อการทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (Multivariate analysis of variance: MANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์ตัวแปรที่ศึกษาก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มพบว่า พลังสูงสูดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถสรุปได้ว่า การฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ สามารถพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกได้เท่าเทียมกัน

คำสำคัญ: การฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้าน; สภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ; สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก

Corresponding Author: นายพิชยา นพกาล คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
Email: 61810036@go.buu.ac.th

THE EFFECTS OF RESISTANCE CIRCUIT TRAINING IN HYPOXIA CONDITION ON ANAEROBIC PERFORMANCE

Pichaya Noppakal[1], Wirat Sonchan[1], Somporn Songtrakul[1], and Sakesan Tongkhambanchong[2]

[1]Faculty of Sport Science, Burapha University

[2]Faculty of Education, Burapha University

Abstract

The purposes of this research were (1) to compare the effects of resistance circuit training in hypoxic and normoxic conditions on anaerobic performance. (2) to compare the effects of resistance circuit training in hypoxic conditions on anaerobic performance before the training phase, after 4 weeks training phase and after 8 weeks training phase, and (3) to compare the effects of resistance circuit training in normoxic conditions on anaerobic performance before the training, after 4 weeks training phase, and after 8 weeks training phase. The samples were male intermittent sport athletes (including futsal, basketball, and handball athletes), aged 18 - 22 years using multistage sampling in order to obtain a sample size of 24 people. Participants were divided into two groups: experimental group 1 (n = 12) and experimental group 2 (n = 12). Both groups were followed a specific program of 8 weeks and 3 days per week. Descriptive statistics were used to analyze data including mean, standard deviation. Multivariate analysis of variance (MANOVA) was used in the study. The statistical significance level was set at the .05. The results showed anaerobic performance after 4 weeks training phase and after 8 weeks training phase of both groups were different with no statistical significance. However, when analyzing the variables including before training phase, after 4 weeks training phase and after 8 weeks training phase of both groups, it showed that anaerobic power, anaerobic capacity, fatigue index after 8 weeks training phase of both groups were significantly different from before training phase and after 4 weeks training phase. In conclusion, the resistance circuit training with hypoxic and normoxic conditions can equally improve anaerobic performance

Keywords: Resistance circuit training; Hypoxia condition; Anaerobic performance

Corresponding Author: Pichaya Noppakal, Faculty of Sport Science, Burapha University,
Email: 61810036@go.buu.ac.th

บทนำ

กีฬาหลายชนิดต้องอาศัยสมรรถภาพทางกายหลายด้าน เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก และสมรรถภาพด้านแอโรบิก เป็นต้น โดยเฉพาะกีฬาประเภททีม เช่น ฟุตซอล บาสเกตบอล แฮนด์บอล และฮอกกี้ เป็นต้น กลุ่มกีฬาประเภทนี้จะเป็นกีฬาที่มีลักษณะของการแข่งขันแบบหนักสลับพัก (Intermittent sport) ในขณะแข่งขันนักกีฬาจะมีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วเป็นช่วง ๆ และมีความหนักของงานระดับสูง ปานกลาง และต่ำ สลับกันเป็นระยะ ๆ ตลอดช่วงของการแข่งขัน นักกีฬาต้องเล่นเกมรุกและเกมรับที่รวดเร็ว ซึ่งต้องวิ่งด้วยความเร็วที่ความหนักระดับสูงติดต่อกันหลายเที่ยว และที่สำคัญมีช่วงเวลาพักสั้นมาก (Brochhagen, & Hoppe, 2022; Castillo, Lozano-Casanova, Sospedra, Norte, Gutiérrez-Hervás, & Martínez-Sanz, 2022; Henderson, Grandou, Chrismas, Coutts, Impellizzeri, & Taylor, 2023) จากเหตุผลดังกล่าว จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นักกีฬาจะต้องมีสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกที่สูงเป็นพิเศษ เพื่อใช้ในการปฏิบัติทักษะทางกีฬาด้านความเร็ว ความแคล่วคล่องว่องไว และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันวิธีการฝึกที่นำมาใช้พัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกมีอยู่หลายวิธี เช่น การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) การฝึกแบบหนักสลับพัก (Intermittent training) การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) และการฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยว (Repeated - sprint training) เป็นต้น นอกจากรูปแบบการฝึกดังที่กล่าวมาแล้ว การฝึกแบบสถานี (Circuit training) ก็เป็นการฝึกอีกรูปแบบหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก โดยการฝึกแบบสถานีมีลักษณะการฝึกด้วยรูปแบบการฝึกที่มีการผสมผสานระหว่างความแข็งแรงกับความอดทน (Strength - Endurance) ความเร็วกับความอดทน (Speed - Endurance) และความเร็วกับความแข็งแรง (Speed - Strength) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Charoen Krabuanrat, 2018) และจากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีการผสมผสานรูปแบบการฝึกลักษณะต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันหลายวิธี

นอกจากรูปแบบการฝึกที่มีความหลากหลายแล้ว ในปัจจุบันมักจะพบว่ามีการประยุกต์รูปแบบการฝึกต่าง ๆ ร่วมกับลักษณะของสภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติเข้ามาช่วยกระตุ้นให้ร่างกายมีการตอบสนองและปรับตัวในทางที่ดีขึ้น จากการศึกษาของวรวุฒิ ธุวะคำ และคณะ (Worrawut Thuwakum et al., 2017) พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ ช่วยให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับไชยวัฒน์ นามบุญลือ และคณะ (Chaiyawat Namboonlue et al., 2020) ที่พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ ช่วยให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความหนาของกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้น ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกรูปแบบอื่น ๆ ในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ เช่น การศึกษาของเอโรกลู และอายดิน (Eroğlu and Aydın, 2021) ที่พบว่า การฝึกแบบหนักสลับพักด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนร้อยละ 12 - 15 ของอากาศทั้งหมด ช่วยให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น และแอมโบรซี่ และคณะ (Ambroży et al., 2020) ที่ศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับพักในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้าพบว่า การฝึกหนักสลับพักที่ความหนัก ร้อยละ 50 ของความหนักสูงสุดในสภาวะปริมาณออกซิเจน ร้อยละ 12.9 ของอากาศทั้งหมด ช่วยให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น และดัชนีความเหนื่อยล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ เบรด้า และคณะ (Breda et al., 2022) ที่พบว่า การฝึกเชิงซ้อนในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ ช่วยให้สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกเพิ่มสูงขึ้น

ในขณะที่การวิจัยบางส่วนได้มีข้อค้นพบว่า การฝึกในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ ช่วยให้ความสามารถของนักกีฬาเพิ่มสูงขึ้นได้เช่นกัน เช่นเดียวกับคามาโซ่ - คาร์เดโนซ่า

และคณะ (Camacho - Cardenosa et al., 2020) ที่ศึกษาผลของการฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยวในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิกพบว่า การฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยวในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ สามารถพัฒนาพลังสูงสุดแอนแอโรบิกให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคอสคุน (Coşkun, 2019) ที่ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ สามารถพัฒนาพลังสูงสุดแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิกให้เพิ่มสูงขึ้น

จากข้อมูลที่ปรากฏจะเห็นได้ว่า การใช้สภาพแวดล้อมที่ไม่ปกติเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการฝึกพัฒนาสมรรถภาพทางกายและความสามารถของนักกีฬา และยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ว่ารูปแบบการฝึกใดจะช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายและความสามารถของนักกีฬาได้ดีที่สุด รวมทั้งยังขาดข้อมูลทางวิชาการที่มาช่วยสนับสนุน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษารูปแบบการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำว่าจะส่งผลอย่างไรต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก
2. เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8
3. เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

สมมติฐานของการวิจัย

1. สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน
2. สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน
3. สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาที่มีการแข่งขันแบบหนักสลับพัก ได้แก่ นักกีฬาฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 22 ปี จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาที่มีการแข่งขันแบบหนักสลับพัก ได้แก่ นักกีฬาฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 22 ปี คัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage sampling) จำนวน 24 คน ดังนี้

1. หน่วยการสุ่มที่ 1 จากการบริหารราชการของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ แบ่งออกเป็น 4 ภาค ประกอบด้วย ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคกลาง และภาคใต้ จึงคัดเลือกมหาวิทยาลัยการกีฬา

แห่งชาติประจำภาคต่าง ๆ โดยสุ่มอย่างง่ายมา 1 ภาค คือ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติประจำภาคกลาง ได้แก่ วิทยาเขตกรุงเทพ วิทยาเขตชลบุรี วิทยาเขตสมุทรสาคร วิทยาเขตสุพรรณบุรี และวิทยาเขตอ่างทอง

2. หน่วยการสุ่มที่ 2 คัดเลือกมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติประจำภาคกลาง โดยสุ่มอย่างง่ายมา 1 วิทยาเขต คือ วิทยาเขตสุพรรณบุรี

3. หน่วยการสุ่มที่ 3 คัดเลือกประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จากกีฬาที่มีการแข่งขันแบบหนักสลับพักของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี โดยสุ่มอย่างง่ายมา 3 ชนิดกีฬา คือ ฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล ซึ่งจากหน่วยการสุ่มที่ 3 พบว่า นักกีฬาที่มีการแข่งขันแบบหนักสลับพัก ได้แก่ ฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 22 ปี มีจำนวน 50 คน

4. หน่วยการสุ่มที่ 4 คัดกรองผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง และคัดเลือกโดยสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน

5. กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ด้วยวิธีการคำนวณขนาดตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power version (3.1.9.7) มีค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 0.70 ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) เท่ากับ 0.80 และค่าระดับความมีนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (Cohen, 1977) ได้กลุ่มตัวอย่าง 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ จำนวน 12 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ จำนวน 12 คน ซึ่งฝึกตามโปรแกรมที่กำหนด 8 สัปดาห์ กลุ่มละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลา 17.00 - 18.00 น. (กลุ่มทดลองที่ 1) และเวลา 18.00 - 19.00 น. (กลุ่มทดลองที่ 2) ณ ห้องจำลองสภาวะที่สูง ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี และงานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ IRB3-101/2564 เมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2564

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยที่เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล เพศชาย อายุระหว่าง 18 - 22 ปี มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี มีประวัติการฝึกซ้อมสัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที ไม่น้อยกว่า 2 ปี

2. เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ผ่านการตรวจสอบและรับรองจากแพทย์ทั่วไปก่อนเข้าร่วมการวิจัย

3. มีประสบการณ์ในการฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้านอย่างน้อย 1 ปี

4. ไม่มีประวัติที่เกี่ยวกับการเจ็บป่วยฉับพลันจากความสูงหรือสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีสิทธิขอถอนตัวออกจากการวิจัยได้ตลอดเวลา

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีอาการแสดงถึงภาวะขาดออกซิเจน เช่น ปวดหัว คลื่นไส้ และอาเจียน เป็นต้น

3. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ เช่น ป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ หรืออุบัติเหตุทำให้กระดูกหัก เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ห้องจำลองสภาวะที่สูง (Altitude room) ระบบเอทีเอส 5 เคเอชพี 750 (ATS-5 KHP 750 SYSTEM) ผลิตจากประเทศออสเตรเลีย

2. สายวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ยี่ห้อ Polar รุ่น S710i ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

3. โปรแกรมการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และโปรแกรมการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

4. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนในท่า Lying leg curls ยี่ห้อ STRIVE รุ่น S-106 Prone leg curl ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา และอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน ได้แก่ บาร์เบลและแผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ MAXXFiT รุ่น Crossfit Series ผลิตจากประเทศไทย

5. แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าตัวแปรที่ศึกษา

1. เครื่องมือวัดความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจ (ดิจิตอล) ยี่ห้อ Omron รุ่น HEM-7130 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

2. เครื่องมือชั่งน้ำหนักตัว (ดิจิตอล) ยี่ห้อ Tanita รุ่น DC-360 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

3. เครื่องมือจับเวลา ยี่ห้อ Fitness technology รุ่น Version I ผลิตจากประเทศออสเตรเลีย

4. เครื่องมือวัดค่าพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ค่าความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และค่าดัชนีความเหนื่อยล้า ซึ่งวัดได้จากวิธีการทดสอบวิ่งแบบรันนิ่งเบสท์แอนแอโรบิกสปรินท์ (RAST test) โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบให้กับกลุ่มตัวอย่างทุกครั้ง ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ (Draper, & Whyte, 1997)

4.1 ให้ผู้เข้ารับการทดสอบอบอุ่นร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

4.2 ให้ผู้เข้ารับการทดสอบทำการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จำนวน 1 เที่ยว หลังการอบอุ่นร่างกายให้พัก 5 นาที ก่อนเริ่มการทดสอบ

4.3 ให้ผู้เข้ารับการทดสอบเตรียมตัวที่จุด A (จุดเริ่มต้น) เมื่อได้รับสัญญาณให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดจากจุด A ไปยังจุด B (จุดสิ้นสุด) ระยะทาง 35 เมตร และพักระหว่างเที่ยว 10 วินาที โดยให้พักที่เส้น 35 เมตร (ไม่ต้องกลับมายังจุด A) จากนั้นในเที่ยวต่อไปเมื่อได้รับสัญญาณให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดจากจุด B ไปยังจุด A ซึ่งจะทำการวิ่งจำนวน 6 เที่ยว เมื่อครบตามจำนวนถือว่าสิ้นสุดการทดสอบ

4.4 บันทึกผลเวลาที่วิ่งจำนวน 6 เที่ยว และนำผลที่ได้ไปคำนวณหาพลังสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้าได้จากสมการดังต่อไปนี้

พลังสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (วัตต์) = น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) x ระยะทาง^2 (เมตร) ÷ เวลา^3 (วินาที)

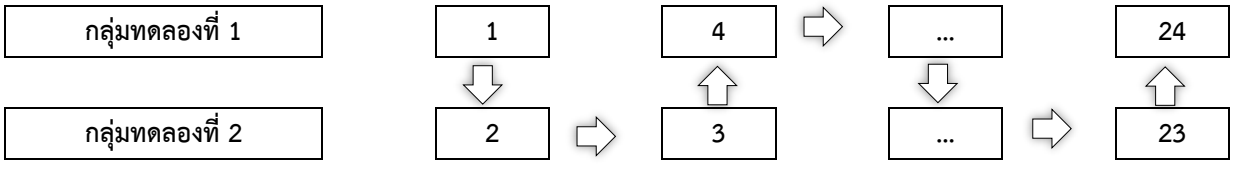
ความสามารถในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (วัตต์) = ผลรวมของพลังที่ทำได้ทั้งหมด ÷ 6 เที่ยว

ดัชนีความเหนื่อยล้า (วัตต์/วินาที) = [(พลังสูงสุด - พลังต่ำสุด) ÷ ผลรวมของเวลาในการวิ่งทั้งหมด 6 เที่ยว]

ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นก่อนการทดลอง

ทดสอบตัวแปรที่ศึกษาก่อนการฝึก ได้แก่ สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ประกอบด้วย พลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า นำผลการทดสอบพลังสูงสุดแอนแอโรบิก มาจัดลำดับที่ 1 - 24 และจัดเข้ากลุ่มด้วยวิธีเรียงลำดับแบบจัดเข้ากลุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มด้วยวิธีเรียงลำดับแบบจัดเข้ากลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นดำเนินการทดลอง

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ เริ่มด้วยการพักสัมผัสสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ 10 นาที ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5 นาที อบอุ่นร่างกายเฉพาะเจาะจงด้วยรูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการวิจัย 5 นาที และฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้าน จำนวน 6 สถานี ได้แก่ 1) Back squat 2) Standing calf raises 3) Barbell bench press 4) Barbell lunge 5) Deadlift และ 6) Lying leg curls ตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดที่กำหนด คือ ฝึกทั้งหมด 3 รอบ จำนวนครั้งที่ใช้ฝึกแต่ละสถานี 15 ครั้ง ระยะเวลาที่ใช้ฝึกแต่ละสถานี 20 วินาที ระยะเวลาที่ใช้พักระหว่างสถานี 30 วินาที ระยะเวลาที่ใช้พักระหว่างรอบการฝึก 3 นาที จังหวะที่ใช้ฝึกปานกลาง-เร็ว (ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ควบคุมจังหวะที่ใช้ฝึกโดยให้กลุ่มตัวอย่างฝึกภายในระยะเวลาที่กำหนด) และคลายอุ่นร่างกายด้วยการเดิน 5 นาที รวมเวลาฝึกทั้งหมด 60 นาที ซึ่งสัปดาห์ที่ 1 - 4 กำหนดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ฝึก ร้อยละ 14.5 ของอากาศทั้งหมด (ความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท) และความหนักที่ใช้ฝึก ร้อยละ 30 ของความสามารถสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง และสัปดาห์ที่ 5 - 8 กำหนดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ฝึก ร้อยละ 13.5 ของอากาศทั้งหมด (ความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท) และความหนักที่ใช้ฝึก ร้อยละ 40 ของความสามารถสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ซึ่งความหนักที่ใช้ฝึกประยุกต์ตามทฤษฎีการฝึกของบอมพา และบุซซิเชลลี่ (Bompa, & Buzzichelli, 2015) และปริมาณออกซิเจนที่ใช้ได้ฝึกกำหนดตามแนวทางการฝึกของภัทราวุธ ขาวสนิท ไมเคิล เคนเน็ธ และวันชัย บุญรอด (Pattarawut Khaosanit, Michael, Hamlin, Kenneth, & Wanchai Boonrod, 2018)

2. กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ เริ่มด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5 นาที อบอุ่นร่างกายเฉพาะเจาะจงด้วยรูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการวิจัย 5 นาที และฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้าน โดยปฏิบัติเช่นเดียวกันกับรูปแบบการฝึกในกลุ่มทดลองที่ 1

3. กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ฝึกตามโปรแกรมที่กำหนด 8 สัปดาห์ กลุ่มละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลา 17.00 - 18.00 น. (กลุ่มทดลองที่ 1) และเวลา 18.00 - 19.00 น. (กลุ่มทดลองที่ 2) ณ ห้องจำลองสภาวะที่สูง ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นหลังการทดลอง

1. ทดสอบตัวแปรที่ศึกษาภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ในรายการทดสอบเดียวกับก่อนการฝึก ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสุพรรณบุรี

2. นำค่าข้อมูลตัวแปรที่ศึกษาที่ได้มาจัดกระทำข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานเชิงพรรณา คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. สถิติเพื่อการทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (Multivariate analysis of variance: MANOVA) ประกอบด้วย

2.1 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Test of between-subject effects) เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรผลลัพธ์ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ใน 3 ช่วงเวลาของการวัดว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measures) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หากพบความแตกต่างกันทางสถิติ จึงดำเนินการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Post Hoc comparisons

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Test of within-subject effects) เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อตรวจสอบนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงผลการวัดที่ในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ว่าแตกต่างกันหรือไม่มีพัฒนาการเป็นอย่างไร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measures) และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผลการวัดตัวแปรผลลัพธ์ในแต่ละช่วงว่าแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งพิจารณาจากค่าสถิติต่าง ๆ

ได้แก่ ค่าแลมด้า (Lambda: Λ) ค่าขนาดอิทธิพลของสิ่งทดลอง (Effect size: Partial η^2) และค่านัยสำคัญของการทดสอบ (p-value) และทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Paired samples t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p	partial η^2
Anaerobic power						
Intercept	10405072.72	1	10405072.72	26093.95	0.00*	1.00
Group	50.02	1	50.02	0.13	0.73	0.01
Error	8772.59	22	398.75			
Anaerobic capacity						
Intercept	8733025.06	1	8733025.06	21910.03	0.00*	1.00
Group	108.55	1	108.55	0.27	0.61	0.01
Error	8768.88	22	398.59			
Fatigue index						
Intercept	358.67	1	358.67	7271.25	0.00*	1.00
Group	0.06	1	0.06	1.28	0.27	0.06
Error	1.09	22	0.05			

*p < .05

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่พบความแตกต่างระหว่างวิธีการฝึกทั้ง 2 วิธี ซึ่งพลังสูงสุดแอนแอโรบิก มีค่า p-value เท่ากับ 0.73 และค่าขนาดอิทธิพลของวิธีการฝึกเท่ากับ 0.01 ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก มีค่า p-value เท่ากับ 0.61 และค่าขนาดอิทธิพลของวิธีการฝึกเท่ากับ 0.01 และดัชนีความเหนื่อยล้ามีค่า p-value เท่ากับ 0.27 และค่าขนาดอิทธิพลของวิธีการฝึกเท่ากับ 0.06 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำ จึงสรุปได้ว่า วิธีการฝึกไม่มีอิทธิพลต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนภายในกลุ่มของพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p	Λ	partial η^2
Anaerobic power							
Test	78457.48	2	39228.74	129.90	0.00*	0.13	0.86
Test*Group	282.75	2	141.38	0.47	0.63	0.94	0.02
Error (Test)	13287.74	44	301.99				
Anaerobic capacity							
Test	128689.54	2	64344.77	198.66	0.00*	0.07	0.90
Test*Group	49.58	2	24.79	0.08	0.93	0.98	0.01
Error (Test)	14251.06	44	323.89				

ตารางที่ 2 ต่อ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p	Λ	partial η^2
Fatigue index							
Test	29.96	2	14.98	115.65	0.00*	0.11	0.84
Test*Group	0.03	2	0.01	0.10	0.90	0.99	0.00
Error (Test)	5.70	44	0.13				

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า พลังสูงสุดแอนแอโรบิก ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่ ของการทดสอบในการฝึกทั้ง 3 ระยะ (p = 0.00) (Λ = 0.13) (Partial η^2 = 0.86) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่ทดสอบและวิธีการฝึก (p = 0.63) (Λ = 0.94) (Partial η^2 = 0.02) ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่ ของการทดสอบในการฝึกทั้ง 3 ระยะ (p = 0.00) (Λ = 0.07) (Partial η^2 = 0.90) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่ทดสอบและวิธีการฝึก (p = 0.93) (Λ = 0.98) (Partial η^2 = 0.01) และดัชนีความเหนื่อยล้า ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่ ของการทดสอบในการฝึกทั้ง 3 ระยะ (p = 0.00) (Λ = 0.11) (Partial η^2 = 0.84) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่ทดสอบและวิธีการฝึก (p = 0.90) (Λ = 0.99) (Partial η^2 = 0.00) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า

Group	Mean			Paired samples test								
				Post1 - Pre			Post2 - Pre			Post2 - Post1		
	Pre	Post1	Post2	Mean Diff	t	p	Mean Diff	t	p	Mean Diff	t	p
Anaerobic power												
EXP_G1	633.69	636.25	701.05	2.56	1.42	0.18	67.36	7.41	0.00*	64.80	7.61	0.00*
EXP_G2	632.04	638.56	709.05	6.52	1.91	0.08	77.01	9.50	0.00*	70.49	8.68	0.00*
Anaerobic capacity												
EXP_G1	52.21	52.43	57.78	0.22	2.36	0.04*	5.57	5.85	0.00*	5.35	5.34	0.00*
EXP_G2	52.17	53.03	53.74	0.87	1.71	0.12	1.58	3.35	0.01*	0.71	4.71	0.00*
Fatigue index												
EXP_G1	39.74	39.79	44.52	0.05	1.20	0.26	4.78	10.07	0.00*	4.73	9.94	0.00*
EXP_G2	39.73	39.81	41.42	0.08	1.82	0.10	1.69	8.52	0.00*	1.61	8.00	0.00*

*p < .05

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า แตกต่างกัน 2 คู่ ได้แก่ 1) ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า แตกต่างกัน 2 คู่ ได้แก่ 1) ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากภายหลังการฝึก

สัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก ในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า แตกต่างกัน 3 คู่ ได้แก่ 1) หลังการฝึกสัปดาห์ที่4 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า แตกต่างกัน 3 คู่ ได้แก่ 1) หลังการฝึกสัปดาห์ที่4 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงดัชนีความเหนื่อยล้า ในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า แตกต่างกัน 3 คู่ ได้แก่ 1) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า แตกต่างกัน 3 คู่ ได้แก่ 1) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า พลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทั้งในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีพลังสูงสุด แอนแอโรบิก แตกต่างจากก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ส่วนหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีดัชนีความเหนื่อยล้า แตกต่างจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีดัชนีความเหนื่อยล้าแตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจจะมีเหตุผลมาจากระดับความหนักของงานที่ใช้ในการฝึกของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ในการวิจัยครั้งนี้มีความหนักร้อยละ 30 - 60 ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ซึ่งกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ต้องทำงานที่มีความหนักต่ำถึงปานกลาง ทำให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้าพัฒนาในทางที่ดีขึ้น โดยปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนาก็คือ การฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านที่มีความหนักต่ำถึงปานกลาง ซึ่งการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกจำเป็นต้องใช้การฝึกด้วยแรงต้านเข้ามาประกอบด้วย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างพลังงานแอนแอโรบิก โดยการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกจะมีลักษณะการฝึกสลับกับการพักเป็นช่วง ๆ เช่น การฝึกหนักสลับพัก การฝึกความเร็ว การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยแรงต้าน ฯลฯ (Haff, & Triplett, 2015) ในการวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้ตามทฤษฎีและแนวทางการฝึกของ บอมพา และบุซซิเชลลี่ (Bompa, & Buzzichelli, 2015) ที่อาศัยแรงต้านมาช่วยกระตุ้นการพัฒนาความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างพลังงาน แอนแอโรบิก โดยมีรูปแบบการฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อระยะกลาง (Muscular endurance of medium duration training) หรือเรียกโดยย่อว่า MEM training ที่มีความหนักร้อยละ 30-50 ของความ

หนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง จำนวนเซตที่ใช้ฝึกต่อครั้ง 3 - 4 เซต ระยะเวลาที่ใช้ฝึกต่อเซต 2-8 นาทีระยะเวลาพักต่อเซต 2-3 นาที จังหวะที่ใช้ฝึกปานกลาง-เร็ว ความถี่ที่ใช้ฝึกต่อสัปดาห์ 2 ครั้ง และช่วงเวลาที่ฝึก 8-10 สัปดาห์ ซึ่งผลการฝึกรูปแบบดังกล่าวนี้จะช่วยให้การสะสมสารพลังงาน เช่น Adenosine triphosphate Creatine phosphate และ Glycogen ในกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้น เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงานแอนแอโรบิก เช่น Myokinase Phosphofructokinase และ Creatine phosphokinase ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น และยังช่วยให้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อพัฒนา (Fleck & Kraemer, 2014; Pignanelli et al., 2020) อย่างไรก็ตาม เซนท์เนอร์, วีเกล, โกลล์โฮเฟอร์ และโคนิก (Centner, Wiegel, Gollhofer, & König, 2019) ให้ข้อเสนอว่า การฝึกด้วยแรงต้านที่มีระดับความหนักสูง (ความหนักร้อยละ 70 - 85 ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง) มักนำมาใช้ฝึกเพื่อเพิ่มสมรรถภาพในกลุ่มของนักกีฬา เช่น นักยกน้ำหนัก และนักกีฬาประเภทที่ต้องการความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมาก แต่การฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูงมากเช่นนี้อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อและยากลำบากต่อการฝึกปฏิบัติทั้งกลุ่มนักกีฬาและคนทั่วไป ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำการฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักต่ำถึงปานกลางมาผสมผสานกับสภาวะออกซิเจนต่ำ (Hypoxic condition) มาใช้แทนการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูง เพื่อพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ โดยไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บแต่ยังคงมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูง เช่นการศึกษาของวรวุฒิ ธุวะคำ และคณะ (Worrawut Thuwakum et al. 2017) ที่ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักร้อยละ 30-50 ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ในสภาวะปริมาณออกซิเจนร้อยละ 14 ของอากาศทั้งหมดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนักร้อยละ 80 ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของไชยวัฒน์ นามบุญลือ และคณะ (Chaiyawat Namboonlue et al., 2020) ที่ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนักร้อยละ 50 ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ในสภาวะปริมาณออกซิเจนออกซิเจนร้อยละ 13.6-15.8 ของอากาศทั้งหมด ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความหนาของกล้ามเนื้อ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความหนาของกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นได้ใกล้เคียงกับการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนักร้อยละ 80 ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการฝึกรูปแบบต่าง ๆ ในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ เช่น การฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกแบบสถานี การฝึกหนักสลับพัก การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยว ฯลฯ ซึ่งช่วยพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกได้เป็นอย่างดีซึ่งผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของเอโรกลู และอายดิน (Eroğlu, & Aydın, 2021) ที่พบว่า การฝึกหนักสลับพักด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนร้อยละ 12-15 ของอากาศทั้งหมด และสภาวะปริมาณออกซิเจนร้อยละ 20.9 ของอากาศทั้งหมด ช่วยให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ แอมโบรซี่ และคณะ (AmbroŻy et al., 2020) ที่ศึกษาผลของการฝึกหนักสลับพักในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก และดัชนีความเหนื่อยล้า พบว่า การฝึกหนักสลับพักที่ความหนักร้อยละ 50 ของความหนักสูงสุดในสภาวะปริมาณออกซิเจนร้อยละ 12.9 ของอากาศทั้งหมด ช่วยให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิก ความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น และดัชนีความเหนื่อยล้า ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของเบรด้า และคณะ (Breda et al., 2022) ที่พบว่า การฝึกเชิงซ้อนในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ (ความสูง 2,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล) ช่วยให้สมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งการศึกษาของ หม่า ตัน หลี่ หลี่

และเกา (Ma, Tan, Li, Li, & Gao, 2023) ที่พบว่า การฝึกเชิงซ้อนในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ (ความสูง 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเล) ช่วยให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การวิจัยบางส่วนได้มีข้อค้นพบว่า การฝึกในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ ช่วยให้ความสามารถของนักกีฬาเพิ่มสูงขึ้นได้เช่นกัน เช่นเดียวกับ คามาโช่ – คาร์เดโนซ่า และคณะ (Camacho – Cardenosa et al., 2020) ที่ศึกษาผลของการฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยวในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิก พบว่า การฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยวในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ สามารถพัฒนาพลังสูงสุดแอนแอโรบิกให้เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับคอสคุน (Coşkun, 2019) ที่ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อพลังสูงสุดแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิก ซึ่งพบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ ช่วยให้พลังสูงสุดแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้แสดงให้เห็นว่า การฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ สามารถพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกได้เท่าเทียมกัน

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 สามารถนำโปรแกรมการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านทั้ง 2 รูปแบบ ไปใช้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกในนักกีฬาฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอลได้

1.2 สามารถเลือกความหนักของงาน ระยะเวลา และความถี่ที่ใช้ในการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านทั้ง 2 รูปแบบ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 ไปประยุกต์ใช้ในช่วงแรกเริ่มการฝึก เพื่อช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก ในนักกีฬาฟุตซอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอลได้เร็วขึ้น และช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก

2. สำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และความหนักของความสามารถสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง ในหลาย ๆ ระดับ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะแตกต่างกันในแต่ละตัวแปรที่ศึกษา

2.2 ควรทำการศึกษาการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำ และสภาวะปริมาณออกซิเจนปกติ โดยใช้ลักษณะอื่น ๆ ในการฝึก เช่น การฝึกหนักสลับพัก การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกวิ่งสปริ๊นท์แบบซ้ำเที่ยว เป็นต้น

2.3 ควรทำการศึกษาถึงตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แลคเตทในเลือด อัตราการเผาผลาญพลังงาน อัตราการใช้คาร์โบไฮเดรต และอัตราการใช้ไขมัน เพื่อที่จะสามารถอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นจากการฝึกทั้ง 2 รูปแบบ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัย สำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2565

References

AmbroŻy, T., Maciejczyk, M., Klimek, A. T., Wiecha, S., Stanula, A., Snopkowski, P., Pałka, T., Jaworski, J., AmbroŻy, D., Rydzik, Ł., & Cynarski, W. (2020). The effects of intermittent hypoxic training on anaerobic and aerobic power in boxers. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(24), 1-11.

Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports* (3rd ed.). United States: Human Kinetics.

Breda, F. L., Manchado-Gobatto, F. B., de Barros Sousa, F. A., Beck, W. R., Pinto, A., Papoti, M., Scariot, P. P. M., & Gobatto, C. A. (2022). Complex networks analysis reinforces centrality hematological role on aerobic–anaerobic performances of the Brazilian Paralympic endurance team after altitude training. *Scientific Reports, 12*(1), 1148.

Brochhagen, J., & Hoppe, M. W. (2022). Metabolic power in team and racquet sports: A systematic review with best-evidence synthesis. *Sports Medicine-Open, 8*(1), 1-21.

Camacho-Cardenosa, A., Camacho-Cardenosa, M., Brazo-Sayavera, J., Timón, R., González-Custodio, A., & Olcina, G. (2020). Repeated sprint in hypoxia as a time metabolic efficient strategy to improve physical fitness of obese women. *European journal of applied physiology,* 120, 1051-1061.

Castillo, M., Lozano-Casanova, M., Sospedra, I., Norte, A., Gutiérrez-Hervás, A., & Martínez-Sanz, J. M. (2022). Energy and macronutrients intake in indoor sport team athletes: Systematic review. *Nutrients, 14*(22), 4755.

Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine,* 49, 95-108.

Charoen Krabuanrat. (2018). *Science of coaching* (2nd ed.). Bangkok: Sintana.

Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for behavioral sciences*. New York: Academic Press.

Coşkun, B. (2019). *The effects of plyometric training in norm baric hypoxia on body composition, anaerobic performance, strength, and explosive power* (Thesis), Middle East Technical University.

Draper, P.N., and Whyte, G. (1997). Anaerobic performance testing. *Peak Performance*, 87, 7-9.

Eroğlu, A., & Aydın, T. (2021). Effect of intermittent hypoxic intervention on aerobic and anaerobic performance of the elite athletes. *Medical Science and Discovery, 8*(8), 460-464.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs* (4th ed.). Human Kinetics.

Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning* (4th ed.). Human kinetics.

Henderson, M. J., Grandou, C., Chrismas, B. C., Coutts, A. J., Impellizzeri, F. M., & Taylor, L. (2023). Core Body Temperatures in Intermittent Sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 1-24.

Pattarawut Khaosanit., Hamlin, M. j., Graham, K. S., & Wanchai Boonrod, (2018). Acute effect of different normobaric hypoxic conditions on shuttle repeated sprint performance in futsal players. *Journal of Physical Education and Sport*, *18*(1), 210-216.

Chaiyawat Namboonlue, Hamlin, M. J., Patpiya Sirasaporn, Nuttaset Manimmanakorn, Preetiwat Wonnabussapawich, Worrawut Thuwakum, Wirakan Sumethanurakkhakun, & Apiwan Manimmanakorn, (2020). Optimal degree of hypoxia combined with low-load resistance training for muscle strength and thickness in athletes. *Journal of Physical Education and Sport, 20*(2), 828-838.

Pignanelli, C., Petrick, H. L., Keyvani, F., Heigenhauser, G. J., Quadrilatero, J., Holloway, G. P., & Burr, J. F. (2020). Low-load resistance training to task failure with and without blood flow restriction: Muscular functional and structural adaptations. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 318*(2), R284-R295.

Worrawut Thuwakum, Hamlin, M. j., Nuttaset Manimmanakorn, Naruemon Leelayuwat, Preetiwat Wonnabussapawich, Dissaphon Boobpachat, & Apiwan Manimmanakorn. (2017). Low-load resistance training with hypoxia mimics traditional strength training in team sport athletes. *Journal of Physical Education and Sport, 17*(1), 240-247.

Received: 2023, October 18
Revised: 2023, December 26
Accepted: 2023, December 26