

ผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทางที่มีต่อสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนและสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาแบดมินตันรุ่นเยาวชน

สุदारวรรณ วุฒิชชาติ* ณัฐิกา เฟ่งลี**

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทางที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาแบดมินตันรุ่นเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันที่มีอายุระหว่าง 13 - 19 ปี จำนวน 16 คน (ชาย 8 คน หญิง 8 คน) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง (Multi-Direction interval training) และกลุ่มควบคุมการฝึกซ้อมตามปกติ ทำการทดสอบ $VO_2\max$ และ Anaerobic Capacity ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที (independent t - test) โดยกำหนด นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที (paired t-test) โดยกำหนด นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า $VO_2\max$ และ Anaerobic capacity ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ $VO_2\max$ ของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีค่า $VO_2\max$ เท่ากับ $52.00 \text{ mL/kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (S.D. = 8.64) กลุ่มควบคุมมีค่า $VO_2\max$ เท่ากับ $43.49 \text{ mL/kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (S.D. = 8.78) ส่วนค่า Anaerobic capacity ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน การวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง (Multi-Direction interval training) สามารถพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาแบดมินตันรุ่นเยาวชน แต่ยังไม่ส่งผลในสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาแบดมินตันรุ่นเยาวชน

คำสำคัญ: การฝึกแบบหนักสลับเบา สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน นักกีฬาแบดมินตัน

* นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ติดต่อผู้พิมพ์ : สุदारวรรณ วุฒิชชาติ* E-mail.: loading_monkeyblack@hotmail.com มือถือ: 0876070215

วันที่รับบทความ 23 กุมภาพันธ์ 2564

วันที่แก้ไขบทความ 23 พฤษภาคม 2564

วันที่ตอบรับ 12 มิถุนายน 2564

Effect of Multi-Direction Interval Training Program on Aerobic Fitness and Anaerobic Fitness in Youth Badminton Players

Sudawan Wutichat* Nattika Penglee**

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of Multi-Direction Interval Training program on aerobic fitness and anaerobic fitness in youth badminton players. Sixteen badminton players (8 male, 8 female) age 13 - 19 years were assigned into two groups: experimental and control. The subjects were assigned into the groups by ranking their $VO_2\text{max}$ and anaerobic capacity and then equally divided into both groups. The experimental groups underwent a MDIT program along with the normal practice schedule. While the control group only participated in the normal practice. Pre- and post- training tests occurred 6 weeks apart including aerobic fitness ($VO_2\text{max}$) and anaerobic fitness (Anaerobic Capacity) Data from these tests was statistically analyzed by examining mean, S.D., and independent t-test between groups as well as testing for a difference in mean within groups via paired t-test.

The research found that the mean of $VO_2\text{max}$ and Anaerobic capacity between the experimental and control groups was not significantly different before treatment. After the six weeks trial, mean $VO_2\text{max}$ of the experimental group was significantly higher than the control group ($p < .05$) The mean $VO_2\text{max}$ of the experimental group was $52.00 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. (SD=8.64). While the control group had a mean $VO_2\text{max}$ of $43.49 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. (SD=8.78). There was no significant difference in mean aerobic capacity between groups after six weeks. This research found that using a MDIT program can help improve $VO_2\text{max}$ in youth badminton players, but has no effect on anaerobic capacity in youth badminton players.

Keywords: Interval Training, Aerobic Fitness, Anaerobic Fitness, Badminton Players

บทนำ

กีฬาแบดมินตัน เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมในระดับสากล อีกทั้งยังได้รับการบรรจุเข้าในการแข่งขันระดับนานาชาติอย่าง ซีเกมส์ เอเชียนเกมส์และโอลิมปิก ตลอดจนได้บรรจุไว้ในการเรียนการสอน ทั้งในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ซึ่งปัจจุบันนักกีฬาระดับอาชีพหรือนักกีฬาระดับเยาวชนในกีฬาแบดมินตันมีการแข่งขันเพื่อสะสมคะแนนอันดับโลก โดยนักกีฬาของประเทศไทยจัดอยู่ในอันดับต้น ๆ ของโลก ด้วยการ

* Master's degree students, Dept. of Physical Education, Faculty of Education, Kasetsart University

** Assistant Prof., Dept. of Physical Education, Faculty of Education, Kasetsart University

Contact: Sudawan Wutichat E-mail: loading_monkeyblack@hotmail.com Mobile: 0876070215

Received: February 23, 2021

; Revised: May 23, 2021

; Accepted: 12 June, 2021

สะสมคะแนนจากการแข่งขันและสร้างผลงานตั้งแต่เริ่มการแข่งขันในระดับเยาวชนต่อเนื่องถึงการแข่งขันในระดับอาชีพ ซึ่งคะแนนสะสมมีผลต่อการเข้าร่วมการแข่งขันในระดับโลกเช่นกัน ในการแข่งขันกีฬาแบดมินตันนักกีฬาต้องเคลื่อนที่หลายทิศทางโดยใช้ทักษะพื้นฐานการเคลื่อนไหว เช่น การวิ่ง การสไลด์ การกระโจน ในทิศทางต่าง ๆ ตลอดการแข่งขัน โดยต้องอาศัยสมรรถภาพทางกายที่มีความสำคัญต่อระบบพลังงานที่ใช้ในการแข่งขันของนักกีฬา

ธรรมชาติของกีฬาแบดมินตันแตกต่างจากกีฬาประเภทอื่น ๆ การเคลื่อนไหวในสนามที่ดูเหมือนการยืน การเคลื่อนที่สั้น ๆ และมีการโยกตัวฟุตเวิร์คช้า แต่เมื่อเคลื่อนไหวจำเป็นต้องกระทำในลักษณะทันทีทันใด (Aydoğmus, Arslanoglu & Ozman, 2015) ซึ่งการเคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันนี้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกจะมีส่วนช่วยในการเล่นเกมที่มีความยาวนานได้ ส่วนระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกนั้นช่วยในการเคลื่อนไหวในเกมที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แล้วหยุดช้า ๆ ด้วยความเร็วแบบทันทีทันใด ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ในกีฬาแบดมินตัน ความสำคัญของระบบพลังงาน 2 ระบบนี้จะประสานทำให้นักกีฬาแบดมินตันยังสามารถคงไว้ในการแสดงความสามารถที่มีในการเล่นโดยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนหรือสมรรถภาพแบบแอโรบิก คือความสามารถในการเคลื่อนที่ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อใหญ่ ที่ระดับความหนักปานกลางถึงความหนักระดับสูงได้เป็นเวลานาน สำหรับพื้นที่สนามที่เล็กจะเป็นตัวจำกัดระยะทางในการสปรินท์ซึ่งลักษณะกิจกรรมที่ต้องใช้ความหนักเข้มข้นสูงในระยะเวลานั้นระหว่างการแข่งขันที่เกิดขึ้นต้องอาศัยสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน เพื่อสลาย creatine phosphate ให้เป็นพลังงานในการทำงานของกล้ามเนื้อ (Glaister, 2005 cited in Aydoğmus, Arslanoglu & Ozman, 2015)

นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายดีจะส่งผลช่วยให้นักกีฬาประสบความสำเร็จในการแข่งขันและบุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายที่พร้อมและสมบูรณ์มากกว่าย่อมมีความได้เปรียบนักกีฬาหรือบุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์น้อยกว่า (เจริญ กระบวนรัตน์, 2545) ในการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกและระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกนั้นมีการฝึกหลายวิธี โดยวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การฝึกแบบหนักสลับเบา (interval training) ถือว่าเป็นรูปแบบการฝึกที่ใช้ความหนักของกิจกรรมในระดับสูงในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งการฝึกแบบนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาความสามารถของสมรรถภาพทางกายได้ทั้ง 2 ระบบ ปัจจุบันการฝึกแบบหนักสลับเบา (interval training) ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาอย่างแพร่หลาย นำมาใช้เพื่อพัฒนาระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและการหายใจ อย่างการใช้วิธีการวิ่งบนลู่วิ่งที่สามารถกำหนดความเร็วได้ หรือ การวิ่งบนพื้นปกติทิศทางเดียว โดยกำหนดเวลาวิ่งและเวลาพัก หรือ กำหนดเป็นระยะทางวิ่งและเวลาพัก จากข้อมูลของมาโนช บุตรเมือง (2564) กล่าวว่า การจัดโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่มีความสัมพันธ์กับระบบพลังงานของร่างกาย (Energy system) จะทำให้ได้เป้าหมายของการฝึกที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หากต้องการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงาน Anaerobic lactic จะต้องกำหนดความหนักระดับต่ำกว่าสูงสุดและใช้ระยะเวลาในการฝึกประมาณ 15-30 วินาทีของแต่ละชุด ซึ่งการฝึกลักษณะนี้ สามารถพัฒนาร่างกายของนักกีฬาให้เกิดความเร็วอดทน (Speed endurance) ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) รวมทั้งยังทำให้ร่างกายมีความสามารถที่จะทนต่อการกรดแลคติก (Lactate tolerance) ได้ดีด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการฝึกแบบหนักสลับเบาว่าต้องการพัฒนาระบบพลังงานแบบใด ผู้ฝึกต้องใช้ความพยายามเต็มที่ สามารถวิ่งได้เพื่อให้ความหนัก (intensity) ของงานเพียงพอที่จะกระตุ้นให้ระบบพลังงานมีการพัฒนาขึ้น จากการศึกษาแบบการฝึกแบบหนักสลับเบา ของ Sindiani *et al.* (2017) ที่มีการเปรียบเทียบผลการฝึกหนักสลับเบา 2

แบบ โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกวิ่งแบบเพิ่มระยะทางวิ่งต่อเนื่อง กับกลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งแบบลดระยะทางวิ่งต่อเนื่อง โดยปริมาณการฝึกของทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองกลุ่มมีค่า $VO_2\max$ พัฒนาขึ้น แต่กลุ่มที่ 2 นั้นมีค่า $VO_2\max$ สูงกว่ากลุ่มที่ 1

ด้วยเงื่อนไขของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้ฝึกต้องใช้ความพยายามสูงสุดหรือความเร็วใกล้เคียงความสามารถสูงสุดในแต่ละเที่ยว ร่วมกับการกำหนดรูปแบบและทิศทางของการเคลื่อนที่ในการวิ่งให้สอดคล้องกับท่าแบดมินตันที่มีการเคลื่อนที่ในสนามเป็นลักษณะตัว V, W และ M และใช้เวลาฝึกให้สอดคล้องกับการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกเป็นหลักเพราะประโยชน์ของการฝึกสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้จะทำให้สมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นด้วย (Sözen & Akyıldız, 2018) และด้วยเหตุผลของการพัฒนาระบบพลังงานของร่างกายในช่วงวัยเด็กและเยาวชนถือว่าเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด เนื่องด้วยเด็กที่ได้รับการฝึกเพื่อพัฒนาการใช้ออกซิเจนในช่วงวัย 13-17 ปี จะสามารถพัฒนาการใช้ออกซิเจนได้เร็วกว่าเด็กในวัยเดียวกันที่ไม่ได้รับการฝึก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2561)

ในนักกีฬาระดับเยาวชนควรมีการเตรียมร่างกายและฝึกซ้อมเป็นอย่างดีเพื่อที่จะพัฒนาความสามารถของสมรรถภาพทางกายในขั้นต่อไปหรือเพื่อเตรียมร่างกายสู่การแข่งขันในระดับอาชีพ ระบบพลังงานในร่างกายทั้งสองระบบไม่ว่าจะเป็นสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนล้วนเป็นสิ่งสำคัญของการเป็นนักกีฬา จึงเป็นสาเหตุที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนาวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบวิธีการวิ่งหลากหลายทิศทางที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาแบดมินตันรุ่นเยาวชน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบโปรแกรมการฝึกและการวางแผนฝึกซ้อมให้กับนักกีฬาต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทางที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในนักกีฬาแบดมินตันรุ่นเยาวชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi - experimental research) แบบมีกลุ่มควบคุม การทดสอบก่อนและหลัง (The Control-group pretest posttest design)

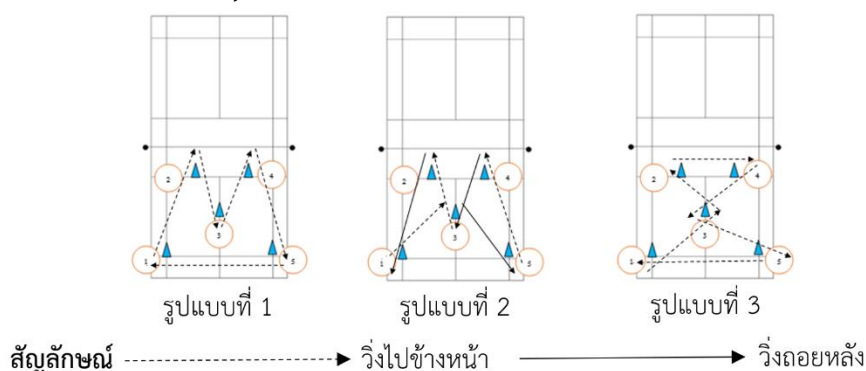
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักกีฬาแบดมินตันชายและหญิงรุ่นเยาวชนที่มีการฝึกซ้อมภายใต้การควบคุมของศูนย์ฝึกแบดมินตัน จำนวน 17 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการอาสาสมัครโดยมีเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออก จากนั้นนำผลการทดสอบสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนแยกตามเพศมาจัดเรียงอันดับและใช้วิธีการจับคู่ (Matching) เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่วิจัยทดลอง ภายหลังมีกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออก จำนวน 16 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 8 คน (ชาย 4 คน หญิง 4 คน) กลุ่มควบคุม 8 คน (ชาย 4 คน หญิง 4 คน) กลุ่มการทดลองฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทางหลังโปรแกรมการฝึกซ้อมรายวันปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกซ้อมรายวันปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง ผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบและทิศทางการเคลื่อนที่ให้สอดคล้องกับกีฬาแบดมินตัน ดังนี้ รูปแบบที่ 1 ตัว M รูปแบบที่ 2 ตัว V และ W ลักษณะคว่ำ รูปแบบที่ 3 รูปนาฬิกาทราย (ดังภาพที่ 1) และมีการปรับปรุงมาจากรูปแบบการฝึกซ้อมนักกีฬาของ เจริญ กระบวนรัตน์ (ม.ป.ป.) โปรแกรมการฝึกใช้ระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน (วันเว้นวัน) มีการปรับความหนักของโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4 โดยสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้ระยะเวลาการฝึกต่อระยะเวลาพัก ที่ 30:60 วินาที จำนวน 5 เที้ยว สัปดาห์ที่ 4-6 ใช้ระยะเวลาการฝึกต่อระยะเวลาพัก ที่ 30:30 วินาที จำนวน 5 เที้ยว กำหนดความหนักของการฝึกที่ 85-100% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและความเร็วที่ใช้คือความเร็วสูงสุด จากนั้นหาคุณภาพของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทางที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาเครื่องมือเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า (face validity) ของเครื่องมือในการวิจัย



ภาพที่ 1 การเคลื่อนที่ของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง

2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ($VO_2 \max$) ใช้แบบทดสอบวิ่งระยะ 1,600 เมตร (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557ก อ้างถึง Rushall & Pyke, 1990) จับเวลาให้ผู้ทดสอบวิ่งได้ บันทึกเวลาเป็นนาทีตามด้วยวินาทีทศนิยม 2 ตำแหน่ง คำนวณผลการทดสอบโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{สูตร } VO_2 \max = 133.61 - (13.89 \times \text{เวลาที่ใช้ในการวิ่งเป็นนาที})$$

2.2 การทดสอบสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ใช้การทดสอบความสามารถในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) ด้วยแบบทดสอบรันนิ่งเบสแอนแอโรบิกสปรีนท์ (Running-based Anaerobic Sprint Test : RAST) (อภิสิทธิ์ เทียนทอง, 2546) ระยะทางวิ่ง 35 เมตร จำนวน 6 เที้ยว ผู้ทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถทำได้ แต่ละเที้ยวมีระยะเวลาพัก 10 วินาที จับเวลาให้ผู้ทดสอบวิ่งได้ทุกเที้ยว บันทึกเวลาเป็นวินาทีตามด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่ง โดยมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1. นำผลเวลาที่วิ่งได้ในแต่ละเที้ยวมาคำนวณเพื่อหาค่า anaerobic power โดยใช้สูตร

$$\text{กำลัง (วัตต์)} = \text{น้ำหนักตัว (กก.)} \times \text{ระยะทาง}^2 (\text{เมตร}) \div \text{เวลา}^3 (\text{วินาที})$$

2. เมื่อหาค่า anaerobic power ได้ทั้ง 6 ค่า (ตามจำนวนเที้ยวที่วิ่ง) แล้ว จะสามารถหาค่า anaerobic capacity ได้ โดยนำผลรวมของค่า anaerobic power ทั้ง 6 ค่าที่ได้ มาหารด้วยจำนวนเที้ยวที่วิ่งทั้งหมดคือ 6 เที้ยว โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{กำลัง (วัตต์)} = \text{ผลรวมของค่ากำลังทั้ง 6 ค่าที่ได้} \div 6$$

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการปฐมนิเทศให้กับนักกีฬาได้ทราบถึงรายละเอียดและความสำคัญของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง อธิบายสถิติและชี้แจงขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพและขั้นตอนการฝึกก่อนเริ่มการทดลอง
2. ผู้วิจัยเตรียมสถานที่ในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยทำการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (วิ่งระยะ 1,600 เมตร) จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพักและฟื้นฟูสภาพ 1 วัน แล้วทำการทดสอบสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน (RAST)
3. กลุ่มทดลองทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ๆ 3 วัน คือ วันอังคาร วันพฤหัสบดี และวันเสาร์ เวลา 19.00–20.00 น. โดยจะทำการปรับโปรแกรมอีกครั้งหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4
4. ระหว่างการฝึกทุกครั้งกลุ่มทดลองต้องทำการใส่ Polar® H7 เพื่อใช้ในการติดตามและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกทุกเที่ยว เพื่อตรวจสอบว่านักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจถึงระดับความหนักที่กำหนดไว้ตามโปรแกรมหรือไม่
5. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ผู้วิจัยทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง โดยดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกันกับก่อนการทดลอง
6. นำข้อมูลผลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. บรรยายข้อมูลผลการทดสอบ $VO_2\max$ และ Anaerobic capacity ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ $VO_2\max$ และ Anaerobic capacity ก่อนและหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง และกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (independent t-test) ตั้งนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ $VO_2\max$ และ Anaerobic capacity ก่อนและหลังการฝึก ภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (paired t-test) ตั้งนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่าง

(n = 16)

รายการ	เพศ	กลุ่มทดลอง (n = 8)		กลุ่มควบคุม (n = 8)		รวม	
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
อายุ (ปี)	ชาย	17.00	1.41	16.50	1.00	16.75	1.16
	หญิง	15.75	2.06	15.50	1.91	15.63	1.84
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ชาย	63.32	5.27	73.20	10.19	68.26	9.20
	หญิง	53.72	3.52	54.47	6.09	54.10	4.63

ส่วนสูง	ชาย	173.75	4.99	164.50	5.19	169.12	6.83
(เซนติเมตร)	หญิง	177.75	4.64	165.25	3.86	171.50	7.76

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มทดลองเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 17.00 ปี (S.D. = 1.41) น้ำหนักตัวเฉลี่ย 63.32 กิโลกรัม (S.D. = 5.27) และส่วนสูงเฉลี่ย 173.75 เซนติเมตร (S.D. = 4.99) กลุ่มทดลองเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 15.75 ปี (S.D. = 2.06) น้ำหนักตัวเฉลี่ย 53.72 กิโลกรัม (S.D. = 3.52) และส่วนสูงเฉลี่ย 177.75 เซนติเมตร (S.D. = 4.64) กลุ่มควบคุมเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 16.50 ปี (S.D. = 1.00) น้ำหนักตัวเฉลี่ย 73.20 กิโลกรัม (S.D. = 10.19) และส่วนสูงเฉลี่ย 164.50 เซนติเมตร (S.D. = 5.19) กลุ่มทดลองเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 15.50 ปี (S.D. = 1.91) น้ำหนักตัวเฉลี่ย 54.47 กิโลกรัม (S.D. = 6.09) และส่วนสูงเฉลี่ย 165.25 เซนติเมตร (S.D. = 3.86) ภาพรวมกลุ่มตัวอย่างเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 16.75 ปี (S.D. = 1.16) น้ำหนักตัวเฉลี่ย 68.26 กิโลกรัม (S.D. = 9.20) และส่วนสูงเฉลี่ย 169.12 เซนติเมตร (S.D. = 6.83) กลุ่มตัวอย่างเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 15.63 ปี (S.D. = 1.84) น้ำหนักตัวเฉลี่ย 54.10 กิโลกรัม (S.D. = 4.63) และส่วนสูงเฉลี่ย 171.50 เซนติเมตร (S.D. = 7.76)

ตารางที่ 2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ VO₂max และ Anaerobic capacity ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(n= 16)							
รายการทดสอบ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean different ± S.D.	t	Sig
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)							
ก่อนทดลอง	50.44	8.38	45.21	7.68	5.23 ± 4.01	1.300	.215
หลังทดลอง	52.00	8.64	43.49	8.78	8.51 ± 4.36	1.954	.036*
Anaerobic capacity (watts)							
ก่อนทดลอง	322.75	86.86	339.75	118.22	-17.00 ± 51.87	-.328	.748
หลังทดลอง	334.25	95.10	340.38	105.50	-6.12 ± 50.22	-.122	.453

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า VO₂max ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของ VO₂max 50.44 ml.kg⁻¹.min⁻¹. (S.D. = 8.38) กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของ VO₂max 45.21 ml.kg⁻¹.min⁻¹. (S.D. = 7.68) และพบว่า Anaerobic capacity ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 322.75 watts (S.D. = 86.86) กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 339.75 watts (S.D. = 118.22) แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่มมี VO₂max และ Anaerobic capacity ไม่แตกต่างกัน

ภายหลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า VO₂max ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของ VO₂max 52.00 ml.kg⁻¹.min⁻¹. (S.D. = 8.64) กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของ VO₂max 43.49 ml.kg⁻¹.min⁻¹. (S.D. = 8.78) แต่ Anaerobic capacity ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลอง

มีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 334.25 watts (S.D. = 95.10) กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 340.38 watts (S.D. = 105.50)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ VO₂max และ Anaerobic capacity ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย VO₂max และ Anaerobic capacity ภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

							(n= 16)
รายการทดสอบ	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		Mean different ± S.D.	t	Sig
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)							
กลุ่มทดลอง	50.44	8.38	52.00	8.64	-1.56 ± .50	-8.817	.000*
กลุ่มควบคุม	45.21	7.68	43.49	8.78	1.73 ± 2.86	1.708	.065
Anaerobic capacity (watts)							
กลุ่มทดลอง	322.75	86.86	334.25	95.10	-11.50 ± 18.51	-1.757	.061
กลุ่มควบคุม	339.75	118.22	340.38	105.50	-.63 ± 18.11	-.098	.462

**p* < .05

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของ VO₂max 50.44 ml.kg⁻¹.min⁻¹ . (S.D. = 8.38) ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยของ VO₂max สูงขึ้น 52.00 ml.kg⁻¹.min⁻¹ . (S.D. = 8.64) และก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 322.75 watts (S.D. = 86.86) ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 334.25 watts (S.D. = 95.10) ส่วนกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของ VO₂max 45.21 ml.kg⁻¹.min⁻¹ . (S.D. = 7.68) ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยของ VO₂max ต่ำลง 43.49 ml.kg⁻¹.min⁻¹ . (S.D. = 8.78) และก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity 339.75 watts (S.D. = 118.22) ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยของ Anaerobic capacity สูงขึ้น 340.38 watts (S.D. = 105.50)

สรุปได้ว่าหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลอง มี VO₂max พัฒนาขึ้นกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ Anaerobic capacity ไม่แตกต่างกันกับก่อนการทดลอง สำหรับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ VO₂max ไม่แตกต่างกันกับก่อนการทดลอง และ Anaerobic capacity ไม่แตกต่างกันกับก่อนการทดลองเช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

1. จากการวิจัยพบว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน และสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างกัน

2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 6 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

3. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนพัฒนาขึ้นกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างกับก่อนการทดลอง สำหรับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างกับก่อนการทดลอง และสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองเช่นกัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผู้วิจัยมีข้อวิจารณ์ดังต่อไปนี้

ผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงขึ้นและดีขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม เป็นการแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ที่แตกต่างกันต่อสิ่งที่ถูกกระตุ้นตามโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดปริมาณความหนักในการฝึกที่ 85-100 เปอร์เซ็นต์ของ maxHR อัตราส่วนของการพัก 1:2 ฝึก 30 วินาที พัก 60 วินาที และปรับความหนักหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 ที่อัตราส่วนของการพัก 1:1 ฝึก 30 วินาที พัก 30 วินาที ทำการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับ Mehdi *et al.* (2012) ได้กล่าวว่า การฝึกหนักสลับเบา สามารถพัฒนาค่า VO₂max ให้เพิ่มสูงขึ้นและใช้ระยะเวลาในการฝึกน้อยกว่าการฝึกแบบต่อเนื่อง (continuous training) สอดคล้องกับ Sindiani *et al.* (2017) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกแบบหนักสลับเบา โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 วิ่งแบบเพิ่มระยะทางต่อเนื่อง กลุ่มที่ 2 วิ่งแบบลดระยะทาง โดยทั้งสองกลุ่มตัวอย่างมีระยะทางและจำนวนเวลาพักในการฝึกที่เท่ากัน ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมการฝึกทั้ง 2 แบบ มีค่า VO₂max สูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มที่ 2 นั้นมีการพัฒนาที่ดีกว่ากลุ่มที่ 1 ดังที่ มาโนช บุตรเมือง (2560) ได้กล่าวว่า ระบบพลังงานแบบแอโรบิก (aerobic system) เป็นระบบพลังงานที่ใช้ในออกซิเจนเข้ามามีส่วนสำคัญในการสร้างพลังงาน จะต้องใช้ระดับความแรงในการเคลื่อนที่ในระดับต่ำถึงปานกลาง หรือเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ต่อเนื่อง ซึ่งตรงกันข้ามกับเกมการแข่งขันแบดมินตันที่ต้องใช้ความเร็วของร่างกายในระดับสูง แต่ต้องตระหนักอยู่เสมอว่าระบบพลังงานแบบแอโรบิก เป็นพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาแบดมินตันมาก ดังนั้นจะต้องให้ความสำคัญในการเสริมสร้างและพัฒนาสมรรถภาพแบบแอโรบิกด้วยการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้ถูกต้อง เนื่องจากการพัฒนาระบบพลังงานนี้จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 6-8 สัปดาห์ อีกทั้ง เจริญ กระบวนรัตน์ (2561) ได้กล่าวว่า ข้อจำกัดของระบบการทำงานของร่างกาย สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมในการพัฒนาการฝึกแบบใช้ออกซิเจน ในเด็กได้ผลดีที่สุด คือ ช่วงวัย 13-17 ปี เนื่องจากการฝึกในช่วงอายุดังกล่าวนี้ หากได้รับการฝึกจะเกิดสามารถพัฒนาการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (oxygen consumption) ได้เร็วเป็นสองเท่าของเด็กในวัยเดียวกันที่ไม่ได้รับการฝึก ดังนั้นความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย หรือ VO₂max คือ สิ่งที่ใช้ในการพิจารณาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สมรรถภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด

ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถขนส่งและใช้ในช่วงการออกกำลังกาย ซึ่งมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก

ผลต่อสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน

สมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ภายหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยรูปแบบการวิ่งหลายทิศทาง ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าอาจเป็นผลมาจากความหนักที่เกิดขึ้นจริงในการฝึกซ้อมที่มีการฝึก 5 เซต ในการฝึกต้องการให้นักกีฬาใช้ความเร็วเต็มที่ โดยที่ชีพจรเป้าหมายอยู่ที่ 85-100 เปอร์เซ็นต์ของชีพจรสูงสุด แต่จากการเก็บข้อมูลโดยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ Polar® H7 พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 กลุ่มทดลองจะมีชีพจรถึงตามเป้าหมายในเซตที่ 3 เป็นต้นไป จึงทำให้ปริมาณการฝึกซ้อมไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ความหนักของการฝึกจึงไม่เพียงพอ เมื่อมีการปรับโปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ที่ 4-6 ชีพจรถึงตามเป้าหมายในเซตที่ 2 เป็นต้นไป แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน สอดคล้องกับ ชีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2552) ที่กล่าวว่า การฝึกชนิดที่อยู่ระหว่างแอโรบิกและแอนแอโรบิกจะเป็นการฝึกที่ใช้ความเร็วเกือบเท่ากับความเร็วที่ใช้ในการแข่งขันซึ่งการฝึกเช่นนี้จะต้องใช้พลังงานอยู่ระหว่าง 80-95 เปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดหรืออัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 80-100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด คือต้องแสดงการฝึกซ้อมอย่างเต็มความสามารถและต้องมียุทธศาสตร์พักให้เพียงพอต่อการฟื้นตัวของร่างกายดังที่ วิรัตน์ สนธิจันทร์ และประทุม ม่วงมี (2556 อ้างถึง Hazell *et al.* 2009) การศึกษาผลของการฝึกแบบสั้น ๆ และระยะเวลาพักที่แตกต่างกันที่มีต่อความอดทนและพลัง โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกซั้จักรยานด้วยความเร็วเต็มที่ 30 วินาที สลับกับพัก 4 นาที กลุ่มที่ 3 ซั้จักรยานเต็มที่ 10 วินาที พัก 4 นาที และกลุ่มที่ 4 ซั้จักรยานเต็มที่ 10 วินาที พัก 2 นาที ภายหลังการฝึกพบว่า พลังงานสูงสุดและพลังเฉลี่ยจากการทดสอบวินเกต กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นหากต้องการพัฒนาสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนควรคำนึงถึงระยะเวลาพักในแต่ละเซตและความหนักของการฝึก อีกทั้งต้องคอยกำกับ กระตุ้น และเสริมแรง ให้นักกีฬาปฏิบัติได้อย่างเต็มความสามารถ เพื่อให้ นักกีฬาสามารถปฏิบัติได้ถึงความหนัก โดยที่ชีพจรเป้าหมายอยู่ที่ 85-100 เปอร์เซ็นต์ของชีพจรสูงสุด ที่กำหนด สอดคล้องกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) กล่าวว่า การออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมกีฬาที่ดี หากต้องการให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต้องการ ควรคำนึงถึงหลักการพื้นฐานในการฝึกซ้อมหรือหลักการของฟิต (FITT) มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดโปรแกรมให้เหมาะสมกับสถานภาพและสุขภาพของกลุ่มหรือบุคคลดังกล่าว

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. การวิจัยครั้งต่อไปหากรูปแบบการเคลื่อนไหวในการฝึกมีความซับซ้อน ควรให้ผู้ฝึกทำความเข้าใจสิ่งที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการเคลื่อนไหวในการฝึกหรือโปรแกรมการฝึกและควรได้รับการฝึกเคลื่อนไหวเพื่อให้เกิดความเข้าใจก่อนการเก็บข้อมูลจริง เพื่อลดข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้นกับการเก็บข้อมูลได้
2. ควรมีการศึกษารูปแบบการเคลื่อนไหวที่ต่างจากรูปแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวในชนิดกีฬาหรือกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- เจริญ กระบวนรัตน์. 2545. *หลักการเทคนิคการฝึกกรีฑา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2557ก. *วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา (Science of Coaching)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สันธนาโกปปี้เซ็นเตอร์จำกัด.
- _____. 2557ข. การประยุกต์หลักการพื้นฐานในการฝึกซ้อม (FITT) (Applying The Basic Training Principles). *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, 40(2), 5-13.
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2561. *ข้อจำกัดของระบบการทำงานของร่างกาย (Body System Constraints)*. (อรรถาธิบาย). กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ฝึกแบดมินตันและวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์.
- เจริญ กระบวนรัตน์. ม.ป.ป. *โปรแกรมการฝึกซ้อมนักกีฬา*. (อรรถาธิบาย). กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาสุขภาพและทักษะกลไกการเคลื่อนไหว.
- ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนสกุล. 2552. *หลักวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มานิช บุตรเมือง. 2560. *การประยุกต์หลักวิทยาศาสตร์การฝึกซ้อม สำหรับกีฬาแบดมินตัน*. (เอกสารประกอบการอบรม). กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ฝึกแบดมินตันและวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์.
- _____. 2564. *โปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาสำหรับนักกีฬา (Interval Training Program for Athletes)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: บริษัทบริสุทธ์การพิมพ์จำกัด.
- วิรัตน์ สนธิจันทร์ และประทุม ม่วงมี. 2556. ผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาลในระดับความหนักและระยะเวลาต่างกันที่มีต่อความสามารถสูงสุดในการนาออกซิเจนไปใช้ปริมาณฮีโมโกลบิน สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิกและแอนแอโรบิกเทรชโฮล. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา*, 8(1), 68-79.
- อภิรักษ์ เทียนทอง. 2546. *การทดสอบพลังอนาการคินิยมและสมรรถภาพอนาการคินิยมด้วยวิธีรันนิ่งเบสแอนแอโรบิคสปรีนท์*. (เอกสารประกอบการสอน). ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Aydoğmus M., Arslanoglu, E., & Ozmen, T. 2015. Effect of Badminton Specific Training Versus Badminton Match on Aerobic Fitness. *The Online Journal of Recreation and Sport*, 4(2), 12-15.
- Mehdi, A., R. Alireza, & A.M. Ali. 2012. Comparison of physiological characteristics and physical fitness of junior young student in freestyle and Greco-Roman wrestling. *Annals of Biological Research*, 3(7).
- Sindiani, M., Alon, E., Daria, S., & Yoav M. (2017). The effect of two different interval-training program on physiological and performance indices. *European Journal of Sport Science*, 17(7), 830-837.
- Sözen, H., Akyıldız, C. (2018). The Effects of Aerobic and Anaerobic Training on Aerobic

and Anaerobic Capacity. *Uluslararası Anadolu Spor Bilimleri Dergisi*, 3(3), 331-337.
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jiasscience/issue/44245/546444>