บทความวิจัย

ผลของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย

ธนพล โคตรสมบัติ [1] และธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ [2]

[1] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

[2] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

Received: 19 April 2023 / Revised: 20 April 2023 / Accepted: 31 August 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากรกรณีทราบขนาดประชากร จำนวน 16 คน สุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 8 สัปดาห์ โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC=1.00) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เครื่องมือมาตรฐาน G-walk เวอร์ชั่น 9.0.0 (ERGSN-01134-20) ใช้ทดสอบ Countermovement jump และ Drop jump โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.912 และ 0.934 ตามลำดับ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียว กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย ผลการศึกษาพบว่า ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของ Countermovement jump และ Drop jump ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า ทั้ง Countermovement jump และ Drop jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกสามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดทั้งท่า Counter movement jump และท่า Drop jump ได้

คำสำคัญ : การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก / ความสามารถในการกระโดด / บาสเกตบอล

Corresponding Author: ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี E-mail: cmu_kku@hotmail.com

ORIGINAL ARTICLE

EFFECTS OF PLYOMETRIC EXERCISES ON JUMPING PERFORMANCE AMONG YOUNG MALE BASKETBALL PLAYERS

Thanapon Kotesombut [1] and Thanyawat Homsombat [2]

[1] Faculty of Education, Thailand National Sports University, Udon Thani

[2] Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University, Udon Thani

Received: 19 April 2023 / Revised: 20 April 2023 / Accepted: 31 August 2023

Abstract

Purpose The purpose of this quasi-experimental study was to compare the effects of plyometric exercises on jumping performance in adolescent male basketball players before, after week 4, and after week 8.

Methods The 16 samples were collected after determining the sample size and using systematic random sampling to estimate the mean population once the population size was known. The experimental instrument was a plyometric exercise program performed 3 days per week for 8 weeks, as determined by the index of consistency (IOC) of 1.00. The tools used for data collection were standard tools: The G-walk version 9.0.0 (ERGSN-01134-20) Countermovement jump test and the Drop jump test; the Pearson simple correlation coefficients were 0.912 and 0.934, respectively. Descriptive statistics were percentage, mean and standard deviation and inferential statistics, including one-way analysis of variance with repeated measure. Statistical significance was set at the 0.05 level.

Results The results found that one-way analysis of the variance of Countermovement jump and the Drop jump during pre-training showed that after the 4th week and after the 8th week, the differences were statistically significant. When the paired averages were compared, it was discovered that both the direction Countermovement jump and the Drop jump were significantly increased prior to training, after the fourth week of training, and after the eighth week of training.

Conclusion Plyometric exercises can increase jumping ability, including counter movement jumps and drop jumps.

Keyword: Plyometric Exercises / Jumping Performance / Basketball

Corresponding Author: Thanyawat Homsombat, Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University, Udon Thani E-mail: cmu_kku@hotmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก (National Federation of State High School Associations, 2017) โดยเฉพาะในผู้เล่นที่มีอายุอยู่ในช่วง 15-24 ปี เห็นได้จากการจัดการแข่งขันในระดับต่างๆ จนถึงระดับการแข่งขันในกีฬาโอลิมปิกเกมส์ เป็นกีฬาที่มีความหนักของการออกกำลังกายในระดับสูงสุด (ขณะทำการแข่งขัน อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ ร้อยละ 80-100 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) (McInnes, et al., 2019)

นอกจากนี้ กีฬาบาสเกตบอลยังเป็นกีฬาที่ต้องใช้สมรรถภาพและทักษะเฉพาะขั้นสูง ต้องใช้พลัง (Power) ของรยางค์ส่วนล่างและความสามารถในการกระโดดเป็นอย่างมาก (Hoffman, Stavsky & Falk, 2020: 214-218) เนื่องจากเป็นกีฬาที่ต้องใช้การกระโดดอยู่บ่อยครั้ง การพัฒนาความสามารถการกระโดด ประกอบไปด้วยการฝึกฝนเพื่อพัฒนาความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical jump) ถือเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาทักษะการเล่นกีฬาซึ่งความสามารถในการกระโดดแนวดิ่งจะช่วยให้นักกีฬาสามารถเล่นกีฬาหลากหลายประเภทได้อย่างดี (Fessi, et al., 2020) ไม่ว่าจะเป็นบาสเกตบอล ยิมนาสติก หรือวอลเลย์บอล รวมทั้งยังสามารถเสริมสร้างความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของร่างกายอีกด้วย (Polat & Gunay, 2019) นักกีฬาสามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดดแนวดิ่งได้ด้วยการฝึกร่างกายได้หลายรูปแบบ เช่น การฝึกแบบใช้แรงต้าน (Calisthenics) หรือรูปแบบการออกกำลังกายที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกาย (Bocalini, et al., 2019) โดยนักกีฬาไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ใดๆ จึงสามารถฝึกแบบใช้น้ำหนักตัว (Calisthenics) เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความคล่องตัวได้ทุกที่ทุกเวลา เพื่อพัฒนาความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง เช่น ท่าวิดพื้น (Push up) ท่ากระโดดตบ (Jumping jacks) ท่าลุกนั่ง (Sit ups) และท่าก้าวย่อ (Lunge) การฝึกแบบใช้น้ำหนักตัว (Calisthenics) จำเป็นต้องยืดกล้ามเนื้อทุกวัน โดยเฉพาะการยืดกล้ามเนื้อขา เพื่อช่วยป้องกันการบาดเจ็บในระหว่างการออกกำลังกาย และช่วยในการเพิ่มสมรรถภาพในการกระโดดจากการคลายตัวของกล้ามเนื้อด้วย นอกจากนี้ การฝึกแบบกายบริหาร (Calisthenics) ควรที่จะฝึกท่ายืนเขย่ง (Calf raise) ฝึกท่าย่อลุก (Deep squat) ท่าก้าวย่อ (Lunge) (Srivastava, 2021) และฝึกยืนบนขาข้างเดียวควบคู่กันไปด้วย ดังนั้นหากนักกีฬาบาสเกตบอลต้องการประสบความสำเร็จสูงสุด นักกีฬาจำเป็นจะต้องฝึกสมรรถภาพต่างๆ เหล่านี้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการฝึกที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดได้เป็นอย่างดี คือ พลัยโอเมตริก

การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก คือ การยืดหดกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ตามด้วยการกระทำที่มีศูนย์กลางเป็นกล้ามเนื้อเดียวกันและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Chu, 2020) วิธีการฝึกนี้ใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและพลังระเบิด (Keeley, Plummer, & Oliver, 2011) และรวมถึงการกระโดดทั้งขาเดียว และสองขา (Chu, 2020) และเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อในการฝึกร่างกายและสร้างกล้ามเนื้อ (Anderst, Eksten & Koceja, 1994) รวมทั้งเป็นวิธีการฝึกรวมถึงแบบฝึกที่ใช้พลังระเบิดที่นักกีฬาใช้ในกีฬาทุกประเภท (Chu, 2020) การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาระบบกล้ามเนื้อและ

กระดูกควรเริ่มฝึกจากระดับความหนักปานกลาง (ร้อยละ 60-70 ของการเต้นของหัวใจสูงสุด) (Ramirez-Campillo, et al., 2020) ลักษณะการฝึกทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบของการกระโดดและอาศัยน้ำหนักตัวเป็นหลักในการฝึกพลัยโอเมตริก นักกีฬาควรฝึกไม่เกิน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และเว้นอย่างน้อย 1 วันระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง ควรมีวันพักจากการออกกำลังกายอย่างน้อย 1 วันต่อสัปดาห์

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหลังการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก 8 สัปดาห์ในนักฟุตบอลเยาวชน มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength) การกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump) ความเร็ว (Speed) พลังกล้ามเนื้อ (Power) และความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ทั้งในทั้งเด็กและผู้ใหญ่ (Ramirez-Campillo, et al., 2019) นอกจากนี้การศึกษาของ Rubley et al. (2019) พบว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก 14 สัปดาห์ ในแนวดิ่งในนักฟุตบอลหญิงรุ่นเยาวชน ช่วยเพิ่มความสามารถการกระโดด และจากการศึกษาของ Ramirez-Campillo, et al., (2020) พบว่า การฝึกกระโดดแบบพลัยโอเมตริกก็อาจสามารถพัฒนาการทรงตัวได้ เช่นเดียวกับการกระโดด การวิ่ง และการเร่งความเร็ว การฝึกพลัยโอเมตริกในนักฟุตบอลหญิงพบว่าช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดด การวิ่งทางตรง การเปลี่ยนทิศทาง และพลังการเตะ ตลอดจนความทนทานของกล้ามเนื้อ (Lockie, et al., 2014) จากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกในฟุตบอล (Sanchez, et al., 2020) พบว่าเป็นการฝึกที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาทักษะด้านพลังงานต่างๆ

จากการศึกษาที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกนี้ยังไม่ได้รับความชัดเจนในนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย แม้ว่าจะได้เพิ่มคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก เกี่ยวกับความสามารถในการกระโดด (Sanchez, et al., 2020) ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย เพื่อที่จะมีส่วนช่วยให้นักกีฬาสามารถประสบความสำเร็จสูงสุดได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย

สมมติฐานของการวิจัย

การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกส่งผลให้ความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชายก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชายที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาของการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี จำนวน 240 คน ได้มาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากรค่าเฉลี่ยกรณีทราบขนาดประชากร จำนวน 12 คน เพื่อป้องกันการถอนตัว (Drop-out) ผู้วิจัยเพิ่มขนาดตัวอย่าง ร้อยละ

30 รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 16 คน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบ (Systematic Random Sampling) จากสูตร

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2\sigma^2}{d^2(N-1)+Z_{\alpha/2}^2\sigma^2} = \frac{240\,(1.96^2)4.5^2}{2.54^2(240-1)+(1.96^2)4.5^2}$$

= 11.53 ประมาณ 12 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก จำนวน 8 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ พุธ และวันศุกร์) ก่อนการฝึกทักษะทำการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที จากนั้นออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก 6 ท่า ได้แก่ ท่า Toe taps ท่า Half squat jump ท่า Quarter squat jump ท่า Lunge jump ท่า Lateral barrier jump ท่า Shuffle box jump จากนั้นทำการคลายอุ่น 10 นาที โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เครื่องมือมาตรฐาน G-walk เวอร์ชั่น 9.0.0 (ERGSN-01134-20) ใช้ทดสอบความสามารถในการกระโดด ท่า Countermovement jump และ ท่า Drop jump ทั้งสองท่าทำการทดสอบ 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที และบันทึกค่าในครั้งที่ดีที่สุด การหาคุณภาพของเครื่องมือโดยทำการทดสอบแล้วทดสอบซ้ำ (Test and Retest Method) โดยทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วนำค่าที่ได้จากการทดสอบไปทำการหาค่าสหสัมพันธ์ สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น คือ สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของ เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient หรือ r) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันของท่า Countermovement jump มีค่าเท่ากับ 0.912 และ ท่า Drop jump มีค่าเท่ากับ 0.934

การเก็บรวมรวมข้อมูล ทำการทดสอบก่อนการฝึก จากนั้นดำเนินการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก ในสัปดาห์ที่ 1-8 วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ วันละ 2 ชั่วโมง (6 ชั่วโมง/สัปดาห์) จนครบทั้งหมด 8 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) 10 นาที ขั้นตอนการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก 100 นาที และขั้นตอนการคลายอุ่น (Cool down) 10 นาที โดยการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก ท่าละ 12-16 ครั้ง รวม 3-4 เซ็ต พักระหว่างเซ็ต 2-3 นาที ในขณะออกกำลังกายผู้ช่วยวิจัยจะทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ประเมินค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายเป็นตัวเลขตั้งแต่ 6-20 โดยระดับ 6 หมายถึง ไม่มีการออกแรงเลย ส่วน ระดับ 20 หมายถึง รับรู้การออกแรงได้ในระดับสูงสุด และประเมินระดับการหอบเหนื่อย และบันทึกหลังการออกกำลังกายทันที ให้อยู่ในระดับร้อยละ 60-90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โดยในแต่ละสัปดาห์อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก นอกจากนี้จะบันทึกค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceived exertion; RPE) ในระดับ 12-18 โดยระดับ 12 หมายถึง การรับรู้การออกแรงของร่างกาย ระดับปานกลาง และระดับ 18 หมายถึง การรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับหนักมาก และสุดท้ายจะบันทึกระดับการหอบเหนื่อย (Rate of perceive dyspnea; RPD) อยู่ในระดับ 4-9

กลุ่มตัวอย่าง 16 คน

ทดสอบความสามารถในการกระโดด
- ท่าจับเอวกระโดดสูง (Countermovement jump)
- ท่าลงจากที่สูงกระโดด (Drop jump)

ทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

สัปดาห์ที่	ท่าในการฝึก	จำนวนครั้งที่ฝึก	จำนวนเซ็ตที่ฝึก	พักระหว่างเซ็ต (วินาที)	พักระหว่างท่า (นาที)	ความหนัก	HR, RPE และ RPD
1-2	Quarter Squat Jump	12	3	2	3	ปานกลาง	- HR 60–70% for HRmax - RPE 12 - 14 - RPD 4 - 5
	Lunge Jump	12	3	2	3	ปานกลาง	
	Half Squat Jump	12	3	2	3	ปานกลาง	
	Toe Taps	10	3	2	3	ปานกลาง	
	Shuffle box jump	10	3	2	3	หนัก	
	Lateral barrier jump	10	3	2	3	หนัก	
	รวมจำนวนการกระโดด	198 ครั้ง					
3-4	Quarter Squat Jump	14	3	2	3	ปานกลาง	- HR 70–80% for HRmax - RPE 15 - 16 - RPD 6 – 7
	Lunge Jump	14	3	2	3	ปานกลาง	
	Half Squat Jump	14	3	2	3	ปานกลาง	
	Toe Taps	12	3	2	3	ปานกลาง	
	Shuffle box jump	12	3	2	3	หนัก	
	Lateral barrier jump	12	3	2	3	หนัก	
	รวมจำนวนการกระโดด	234 ครั้ง					

ทดสอบความสามารถในการกระโดด
- ท่าจับเอวกระโดดสูง (Countermovement jump)
- ท่าลงจากที่สูงกระโดด (Drop jump)

ทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ท่าในการฝึก	จำนวนครั้งที่ฝึก	จำนวนเซ็ตที่ฝึก	พักระหว่างเซ็ต (วินาที)	พักระหว่างท่า (นาที)	ความหนัก	HR, RPE และ RPD
5-6	Quarter Squat Jump	15	3	3	3	ปานกลาง	- HR 80–90% for HRmax - RPE 17 - 18 - RPD 8 – 9
	Lunge Jump	16	3	3	3	ปานกลาง	
	Half Squat Jump	15	3	3	3	ปานกลาง	
	Toe Taps	14	3	3	3	ปานกลาง	
	Shuffle box jump	14	3	3	3	หนัก	
	Lateral barrier jump	14	3	3	3	หนัก	
	รวมจำนวนการกระโดด	264 ครั้ง					
7-8	Quarter Squat Jump	15	4	3	3	ปานกลาง	- HR 80–90% for HRmax - RPE 17 - 18 - RPD 8 - 9
	Lunge Jump	16	4	3	3	ปานกลาง	
	Half Squat Jump	15	4	3	3	ปานกลาง	
	Toe Taps	14	4	3	3	ปานกลาง	
	Shuffle box jump	14	3	3	3	หนัก	
	Lateral barrier jump	14	3	3	3	หนัก	
	รวมจำนวนการกระโดด	324 ครั้ง					

ท่า Toe taps

ท่า Half squat jump

ท่า Quarter squat jump

ท่า Lunge jump

ท่า shuffle Box jump

ท่า Lateral barrier jump

ทดสอบความสามารถในการกระโดด
- ท่าจับเอวกระโดดสูง (Countermovement jump) - ท่าลงจากที่สูงกระโดด (Drop jump)

รูปที่ 1 รูปแบบการทดลอง

โดยระดับ 4 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับปานกลาง และระดับ 9 หมายถึง การหอบเหนื่อยมากๆ และทดสอบความสามารถในการกระโดด ทั้ง 2 ท่า คือ ท่า Countermovement jump และ ท่า Drop jump หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 (ดังรูปที่ 1)

การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่ออธิบายข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ส่วนสูง (cm) น้ำหนัก (kg) ประสบการณ์การเล่นบาสเกตบอล (ปี) และระดับการแข่งขันสูงสุด และสถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ประกอบด้วย วิเคราะห์ความแปรปรวน ในการทดสอบความสามารถในการกระโดด ก่อนการออกกำลังกาย หลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4 และหลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 8 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อผลการวิเคราะห์พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์แตกต่างกัน จะทำการวิเคราะห์ multiple comparison เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ก่อนการนำสถิติอิงพารามิเตอร์ One-way analysis of variance with repeated measures มาใช้ ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติดังกล่าว ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Friedman ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการกระโดดและความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติวิเคราะห์ One-way analysis of variance with repeated measures และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว (ดังตารางที่ 1) ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Friedman test และผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-wilk test (n=16)

คะแนน	Shapiro-wilk test		
	statistic	df	Sig
Countermovement jump	0.96	16	0.67
Drop jump	0.95	16	0.54

จากตารางที่ 1 พบว่า ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่ ท่า Countermovement jump (P=0.67) ท่า Drop jump (P=0.54) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติพาราเมตริกซ์ (Parametric statistics) มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

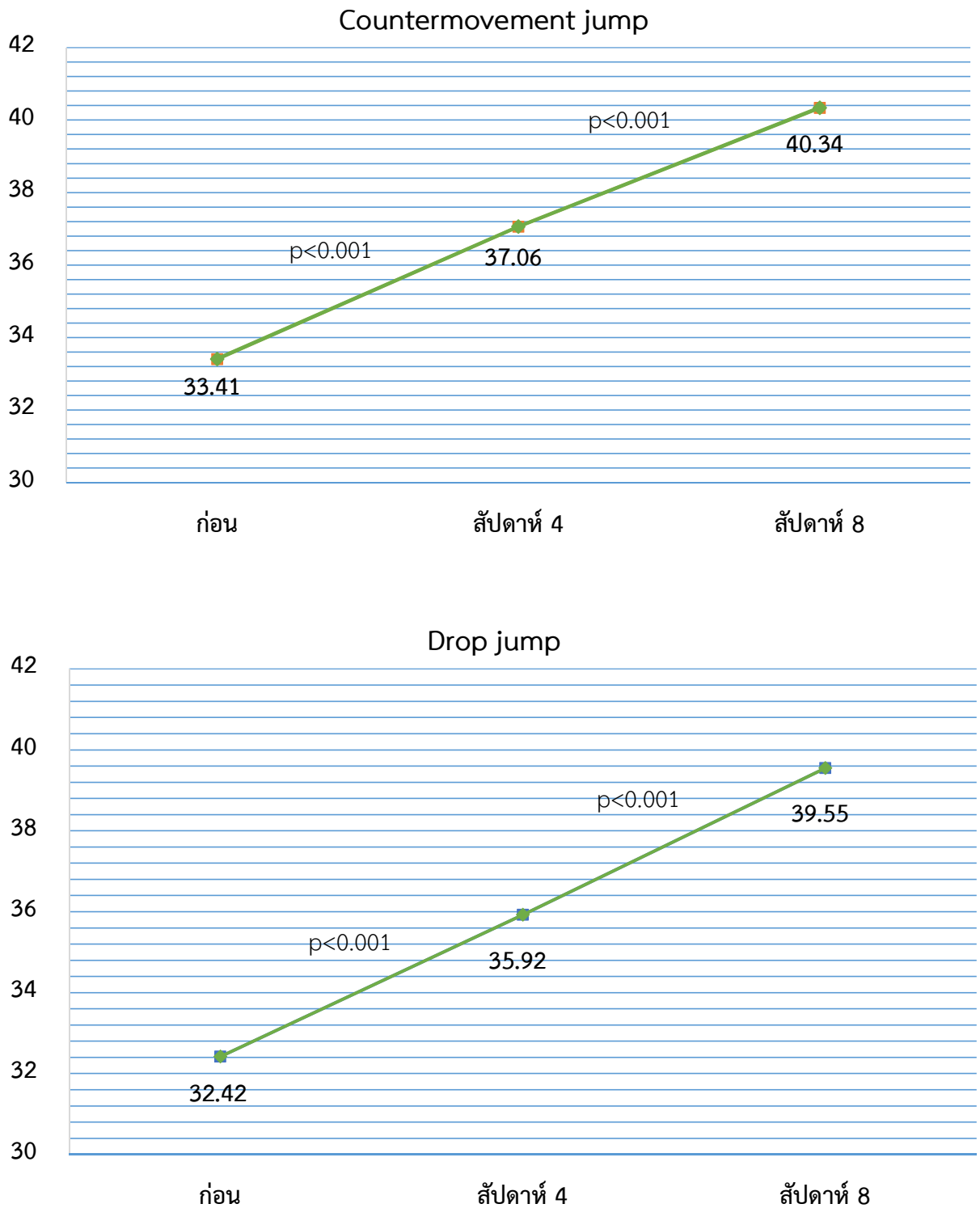
ข้อมูลส่วนบุคคล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาของการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี จำนวน 16 คน และข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย ส่วนสูง (cm) และน้ำหนัก (kg) ประสบการณ์การเล่นบาสเกตบอล (ปี) และระดับการแข่งขันสูงสุด (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน (n=16)

ตัวแปร	Mean (S.D.)	min-max
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.50 (6.35)	55.00-76.00
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	177.38 (5.29)	165.00-186.00
ดัชนีมวลกาย	19.83 (1.31)	17.56-21.97
ประสบการณ์การเล่นบาสเกตบอล (ปี)	4.06 (1.06)	3.00-6.00
ระดับการแข่งขัน	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ (%)**
กีฬานักเรียนนักศึกษา	9	56.25
กีฬาเยาวชนแห่งชาติ	7	43.75

อัตราการเต้นของหัวใจ คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย และระดับการหอบเหนื่อย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.06 ครั้งต่อนาที (S.D.=2.32) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 174.80 ครั้งต่อนาที (S.D.=9.82) คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.09 (S.D.=1.81) และระดับการหอบเหนื่อยระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 (S.D.=1.67)

ความสามารถในการกระโดดท่า Counter movement jump และท่า Drop jump ความสูงในการกระโดดท่า Countermovement jump และท่า Drop jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (ดังรูปที่ 2) ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และท่า Drop jump ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey (ดังตารางที่ 3)



รูปที่ 2 แสดงความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และท่า Drop jump

จากรูปที่ 2 พบว่า ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 33.41, 37.06, 40.34 เซนติเมตร ตามลำดับ และท่า Drop jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 32.42, 35.92, 39.55 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และท่า Drop jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=16)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
Countermovement jump					
ภายในกลุ่ม	385.41	2.00	192.70	622.49	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	19.92	30.00	0.66		
รวม	405.33				
Drop jump					
ภายในกลุ่ม	406.88	2.00	203.44	494.47	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	12.34	30.00	0.41		
รวม	419.22				

จากตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถในการกระโดดท่า Countermovement jump และท่า Drop jump ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ความเร็วการเปลี่ยนทิศทาง และการประสานสัมพันธ์ของตาและมือ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังรูปที่ 2)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชนชาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายทั้งหมด 16 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 62.50 กิโลกรัม (S.D.= 6.35) ส่วนสูงเฉลี่ย 177.38 เซนติเมตร (S.D.=5.29) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 19.83 (S.D.=1.31) ประสบการณ์การเล่นบาสเกตบอลเฉลี่ย 4.06 ปี (S.D.=1.06) และระดับการแข่งขัน รายการกีฬานักเรียนนักศึกษาจำนวน 9 คน (ร้อยละ 56.25) และรายการกีฬาเยาวชนแห่งชาติ จำนวน 7 คน

(ร้อยละ 43.75) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.06 ครั้งต่อนาที (S.D.=2.32) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 174.80 ครั้งต่อนาที (S.D.=9.82) คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.09 (S.D.=1.81) และระดับการหอบเหนื่อยระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 (S.D.=1.67) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Brown, et al., (2016: 2474-2482) ที่พบว่า การออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกที่จะส่งผลต่อความสามารถในการกระโดดของนักกีฬามหาวิทยาลัย อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 173.3 ครั้งต่อนาที (ร้อยละ 86.50) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายที่เผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจนที่มีความคล้ายคลึงกับการวิ่ง 400 เมตร (Wilmore & Costill, 1988) ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกที่จะส่งผลต่อความสามารถในการกระโดด เนื่องมาจากตัวแปรทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน โดยเฉพาะอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2max) (Saunders, et al., 2006) นอกจากนั้นในการศึกษานี้ยังพบว่าการออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกยังส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีระวิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยเฉพาะความแข็งแรงและพลัง (Simenz, et al., 2005) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ebben, Simenz and Jensen (2008) ที่ศึกษาการตอบสนองของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องตรวจกล้ามเนื้อไฟฟ้าในขณะออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริก พบว่าการออกกำลังกายด้วยพลัยเมตริกในระดับความหนักสูงสุดไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงและพละกำลังของนักกีฬา ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกจะได้ผลทั้งการตอบสนองทางสรีระวิทยาแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจน

ผลของการทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของความสามารถในการกระโดดท่า Counter movement jump และท่า Drop jump ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการกระโดดท่า Countermovement jump และท่า Drop jump เป็นท่าที่มีทั้งความเที่ยง และความตรงในการประเมินความสามารถในการกระโดด (Villarreal, et al., 2009) ซึ่งทั้ง 2 ท่าเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน (Flanagan & Comyns, 2008) โดยการกระโดดท่า Countermovement jump ถูกจัดให้เป็นการเคลื่อนไหวแบบวงจรการยืด-การหดอย่างช้าๆ ในขณะที่การกระโดดแบบ Drop jump ถูกจัดให้เป็นการเคลื่อนไหวแบบวงจรการยืด-การหดอย่างรวดเร็ว เป็นการเคลื่อนไหวที่ค่อนข้างเร็วเนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อใช้เวลาสั้นๆ และมีมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ไม่กว้าง การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกเป็นการปรับตัวของการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อเพื่อ ให้แรงสูงสุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบสั้นเข้า และส่งผลให้เกิดความสามารถในการกระโดด (Stojanovic, et al., 2017) นอกจากนั้น Malisoux, et al., (2006) ยังยืนยันว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก คือการเพิ่มขึ้นของแรงของเส้นใยกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัว ซึ่งกลไกการทำงานนี้สัมพันธ์กับประสิทธิภาพของวงจรการยืด-การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Stretch-shortening cycle ;SSC) ในขั้นตอนของการหดตัวแบบสั้นเข้า (Concentric shortening contraction) เกิดขึ้นโดยการเพิ่มขึ้นสูงสุดของแรงการ

หดตัวแบบยืดออก และความเร็วในการหดตัว (Bobbert, et al., 1996) ผลที่เกิดจากวงจรการยืดออก-การหดสั้นเข้า (The stretch-shortening cycle; SSC) คือ มีพลังงานเพิ่มขึ้น มีปฏิกิริยาการยืดออกและปฏิกิริยาของเส้นเอ็น (Kawakami, et al., 2002) ผลการศึกษาในการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมาของ (Stojanovic, et al., 2017) ที่พบว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกส่งผลต่อประสิทธิภาพของการกระโดด โดยเฉพาะความสามารถการกระโดดในแนวดิ่งในวัยหนุ่มสาวที่มีสุขภาพดี นอกจากนั้นการศึกษาของ (Ramirez-Campillo, Alvarez & Garcia-Hermoso, 2018) ยังพบว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกส่งผลให้นักกีฬาความเร็วเพิ่มขึ้น ความสามารถในการกระโดดเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น และความเร็วในการเปลี่ยนทิศทางเพิ่มขึ้นด้วย รวมทั้งการศึกษาของ Bogdanis, et al., (2019) ที่พบว่ากลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพของการกระโดดท่า Countermovement jump เพิ่มขึ้น ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวยื่นยันว่าการกระโดดในแนวดิ่งมีความสัมผัสกลับวงจรการยืด-การหดตัวอย่างช้าๆของกล้ามเนื้อ ดังนั้น การทำงานของกลไกการเคลื่อนไหวร่วมกับระบบประสาทกล้ามเนื้อมีความเฉพาะเจาะจงกับการกระโดดท่า Countermovement jump มากกว่าการกระโดดในท่าอื่นๆ ในวงจรการยืด-การหดตัวอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ เช่นการกระโดดท่า Drop jump ซึ่ง Baechle & Earle (2018) ได้กล่าวไว้ว่าเป้าหมายหลักของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก ประกอบไปด้วยการฝึกร่วมกันสองอย่าง คือ การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงและการฝึกแบบที่มีน้ำหนักสูงสุด เป้าหมายของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อเชื่อมโยงการฝึกไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพของการเล่นกีฬา โดยมีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่คล้ายๆกัน รวมทั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหกตัวในระหว่างการแข็งขันกีฬา ทฤษฎีนี้ได้รับการยืนยันจาก Makaruk, et al., (2010) ที่พบว่า การฝึกในท่า Drop jump สามารถเพิ่มแรงสูงสุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในระหว่างการทดสอบท่า Countermovement jump ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์การกีฬาจึงเชื่อว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกพร้อมกับการใส่แรงต้าน จึงเป็นการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง และเป็นกสรกระตุ้นให้นักกีฬาสามารถพัฒนาพละกำลังได้สูงสุด ในทางตรงกันข้ามการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกที่ใส่น้ำหนักสูงสุดถือเป็นการรบกวนการสมดุลของร่างกาย โดยเฉพาะเซลล์ เนื้อเยื่อต่างๆ และอวัยวะต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ร่างกายต้องการๆปรับตัวในขณะออกกำลังกาย Sheppard et al. (2011) ยืนยันว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกที่เสริมด้วยแรงต้าน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่ง คือ การเพิ่มน้ำหนักสูงสุด เป็นการกระตุ้นให้นักกีฬา โดยเฉพาะกีฬาประเภทกระโดด ผู้ที่มีระยะเวลาการฝึกซ้อมน้อยสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของการกระโดดได้ ประเภทของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดด โดยการลดลงของมวลกล้ามเนื้อ แต่เป็นการเพิ่มขึ้นของการเร่งความเร็วในระหว่างกระโดด (Sheppard, et al., 2011) ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวพบว่า การฝึกการกระโดดแบบมีแรงต้านเป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในนักกีฬาบอลเลย์บอลมืออาชีพเยาวชนชาย สามารถเพิ่มความสูงในการกระโดด

ท่า Countermovement jump ในขณะที่กี่ฝึกการกระโดดแบบดังเดิม ไม่ส่งผลใดๆ ต่อความสูงในการกระโดด การลดลงของแรงในการสัมผัสพื้น เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ผู้ฝึกสอนควรจะเลือกใช้การออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกแบบมีแรงช่วยหรือแบบมีแรงต้าน นอกจากนั้น Donoghue, Shimojo, and Takagi. (2011) พบว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกในน้ำสามารถลดการทำลายกล้ามเนื้อได้ดีกว่าบนบก ในขณะที่บางการศึกษายืนยันว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกทั้งบนบกและในน้ำล้วนเพิ่มประสิทธิภาพของนักกีฬาได้เช่นเดียวกัน (Arazi, et al., 2012) ในทางตรงกันข้ามบางการศึกษารายงานว่าการออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริกแบบดั้งเดิมสามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาได้ (Stojanovic, et al., 2017) แต่มีบางการศึกษาที่ยืนยันว่าการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกแบบดั้งเดิมยังเป็นเหตุผลที่ไม่เพียงพอที่จะสามารถเพิ่มความสูงในการกระโดดได้ (Argus, et al., 2011)

สรุปผลการวิจัย จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก สามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดทั้งท่า Counter movement jump และท่า Drop jump ได้ ซึ่งประสิทธิภาพของสมรรถภาพทางกายที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวเป็นเพราะว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกประกอบด้วย ท่ากระโดดในแนวดิ่ง กระโดดในแนวเฉียง และกระโดดขาข้างเดียวอย่างรวดเร็ว รวมทั้งใช้ท่าฝึกที่เน้นกล้ามเนื้อกลุ่มหลักๆในการเล่นบาสเกตบอล คือ การกระโดดในแนวดิ่ง การกระโดดไปข้างหน้า และกระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาในนักกีฬาบาสเกตบอลมือสมัครเล่น หรือมืออาชีพ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกต่อความสามารถในการกระโดด นอกจากนั้นควรมีการศึกษาในระยะยาวๆเพื่อเป็นสิ่งย้ำเตือนประสิทธิภาพของโปรแกรมดังกล่าวด้วย

ข้อเสนอแนะที่ได้ผลจากการวิจัย

1. ครูพลศึกษาหรือผู้เกี่ยวข้องนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนให้เป็นประโยชน์มากที่สุดและเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการกระโดด

2. นักวิจัยและผู้สนใจด้านงานวิจัยสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์การวางแผนดำเนินการวิจัยต่อยอดได้ และหน่วยงานหรือองค์การด้านวิจัยสามารถนำผลการวิจัยไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อจัดกระบวนการบริหารจัดการงานวิจัยให้มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรควบคุมปัจจัยอื่นๆที่จะส่งผลรบกวนต่อการพัฒนาความสามารถในการกระโดดนักกีฬาและควรมีการทดลองกับกีฬาชนิดอื่นๆ

2. ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งมีกลุ่มควบคุม และกลุ่มเปรียบเทียบ และควรมีการศึกษาระยะยาวของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกให้ครอบคลุมความหนักของการออกกำลังกายทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับความหนักต่ำ ระดับความหนักปานกลาง และระดับความหนักสูงสุดต่อการพัฒนาความสามารถในการกระโดด

เอกสารอ้างอิง

Anderst, W., Eksten, F., & Koceja, D. (1994). Effects of Plyometric and Explosive Resistance Training on Lower Body Power. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 1*(1), 21-37.

Arazi, H., Coetzee, B. and Asadi, A. (2012). Comparative Effect of Landand Aquatic-Based Plyometric Training on Jumping Ability Andagility of Young Basketball Players. South African Journal for Research in Sport, *Physical Education and Recreation, 34*(2), 1-14.

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazevich, A. J., & Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *Journal of strength and conditioning research, 25*(8), 2219-2227.

Baechle, T. R. (2018). *Essentials of Strength Training and Conditioning.* Human Kinetics Publishers. Champaign. IL: United States.

Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is Countermovement Jump Height Greater than Squat Jump Height? *Medicine and Science in Sports and Exercise, 28*(11), 1402-1412.

Bocalini, D. S., Rica, L. R., Rhea, R. M. & Simao, R. (2019). Does a Calisthenics-Based Exercise Program Applied in School Improve Morpho Functional Parameters in Youth? *Journal of Exercise Physiology Online, 18*(6), 52-61.

Bogdanis, G. C., Donti, O., Papia, P., Donti, A., Apostolidis, N., & Sands, W. A. (2019). Effect of Plyometric Training on Jumping, Sprinting and Change of Direction Speed in Child Female Athletes. *Journal List Sports Basel, 7*(5), 116-126.

Brown, G. A., Abbey, B. M., Shaw, B. S., & Shaw, I. (2016). Oxygen Consumption, Heart Rate, and Blood Lactate Responses to an Acute Bout of Plyometric Depth Jumps in Collegr-aged Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(9), 2474-2482.

Chu, D. A. (2020). *Jumping into plyometrics.* Champaign. IL: Human Kinetics.

Donoghue, O. A., Shimojo, H. & Takagi, H. (2011) Impact Forces of Plyometric Exercises Performed on Land and in Water. *Sports Health, 3*(3), 303-309.

Ebben, W. P., Simenz, C., & Jensen, R. L. (2008). Evaluation of Plyometric Intensity using Electromyography. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(3), 861-868.

Fessi, M. S., Zarrouk, N., Filetti, C., Rebai, H., Elloumi, M., & Moalla, W. (2020). Physical and Anthropometric Changes During Pre- and In-Season in

Professional Soccer Players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 56*(1), 1163-1170.

Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of Contact Time and the Reactive Strength Index to Optimize Fast Stretch- Shortening Cycle Training. *Strength and Conditioning Journal, 3*(5), 32-38.

Hoffman, J. R., Stavsky, H., & Falk, B. (2020). The Effect of Water Restriction on Anaerobic Power and Vertical Jumping Height in Basketball Players. *international journal of sports medicine, 16*(4), 214-218.

Kawakami, Y., Muraoka, T., Ito, S., Kanehisa, H. & Fukunaga, T. (2002). In vivo Muscle Fibre Behaviour During Countermovement Exercise in Humans reveals a Significant Role for Tendon Elasticity. *The Journal of Physiology, 540*(2), 635-646.

Keeley, D. W., Plummer, H. A., & Oliver, G. D. (2011). Predicting Asymmetrical Lower Extremity Strength Deficits in College-Aged Men and Women Using Common Horizontal and Vertical Power Field Tests: a Possible Screening Mechanism. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(6), 1632-1637.

Lockie, R. G., Callaghan, S. J., Berry, S. P., Cooke, E. R. A., Jordan, C. A., Luczo, T. M., & Jeffriess, M. D. (2014). Relationship Between Unilateral Jumping Ability and Asymmetry on Multidirectional Speed in Team- Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3557-3566.

Makaruk, H., Sacewicz, T., Czaplicki, A. and Sadowski, J. (2010). Effect of Additional Load on Power Output During Drop Jump Training. *Journal of Human Kinetics, 26*(1), 31-37.

Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H., & Theisen, D. (2006). Stretch Shortening Cycle Exercises: An Effective Training Paradigm to Enhance Power Output of Human Single Muscle Fibers. *Journal of Applied Physiology, 100*(3), 771-779.

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (2019). The Physiological Load Imposed upon Basketball Players During Competition. *Journal of Sports sciences 13*(5), 387-397.

National Federation of State High School Associations. (2017). *High school athletics participation survey 2015-16.* [Online]. Retrieved November, 11, 2021 from https: / / www. nfhs. org/ sports-resource- content/ high- school-participation-survey-archive/.

Polat, S., & Gunay, M. (2019). Comparison of Eight Weeks Rhythmic Gymnastics, Pilates and Combined Training in Terms of Some Physical, Physiological and Motoric Parameters. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences, 4*(4), 61-69.

Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Romero-Moraleda, B., Yanci, J., García-Hermoso, A., & Clemente, F. M. (2020). Effects of Plyometric Jump Training in Female Soccer Player's Vertical Jump Height: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Journal of Sports sciences, 38*(13), 1475-1487.

Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Gentil, P., Asadi, A., Chaabene, H., Moran, J., Meylan, C., García-de-Alcaraz, A., Sanchez-Sanchez, J., Nakamura, F. Y., Granacher, U., Kraemer, W., & Izquierdo, M. (2018). Methodological Characteristics and Future Directions for Plyometric Jump Training Research: A Scoping Review. *Sports medicine*, *48*(5), 1059–1081.

Ramirez-Campillo, R., Vergara-Pedreros, M., Henríquez-Olguín, C., Martínez-Salazar, C., Alvarez, C., Nakamura, F. Y., De La Fuente, C. I., Caniuqueo, A., Alonso-Martinez, A. M., & Izquierdo, M. (2019). Effects of Plyometric Training on Maximal- Intensity Exercise and Endurance in Male and Female Soccer Players. *Journal of Sports Sciences, 34*(8), 687-693.

Rubley, M. D., Haase, A. C., Holcomb, W. R., Girouard, T. J., & Tandy, R. D. (2019). The Effect of Plyometric Training on Power and Kicking Distance in Female Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(1), 129-134.

Sánchez, M., Sanchez-Sanchez, J., Nakamura, F. Y., Clemente, F. M., Romero-Moraleda, B., & Ramirez-Campillo, R. (2020). Effects of Plyometric Jump Training in Female Soccer Player's Physical Fitness: A Systematic Review with Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health, 17*(23), 1-23.

Saunders, P. U., Telford, R. D., Pyne, D. B., Peltola, E. M., Cunningham, R. B., Gore, C. J., & Hawley, J. A. (2006). Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *Journal of strength and conditioning research, 20*(4), 947–954.

Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W. & Newton, R. U. (2011). The Effect of Assisted Jumping on Vertical Jump Height in High-performance Volleyball Players. *Journal of Science and Medicine in Sport, 14*(1), 85-89.

Simenz, C. J., Dugan, C. A., & Ebben, W. P. (2005). Strength and Conditioning Practices of National Basketball Association Strength and Conditioning Coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research, 19*(3), 495–504.

Srivastava, R. (2021). *Effect of Pilates, Calisthenics and Combined Exercises on Selected Physical Motor Fitness.* Published and Printed by ISARA PUBLICATIONS.

Stojanovic, E., Ristic, V., McMaster, D. T., & Milanovic, Z. (2017). Effect of Plyometric Training on Vertical Jump Performance in Female Athletes: A Systematic Review and Meta- Analysis. *Sports Medicine, 47*(5), 975-986.

Villarreal, E. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research, 23(*2), 495–506.

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1988). *Training for Sport and Activity,* 3rd ed. Madison, WI: WCB Brown & Benchmark.