

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

ชีวกลศาสตร์ทางการกีฬา (Sports Biomechanics)

COMPARISON OF 6-WEEK SINGLE LEG VS. DOUBLE LEG PLYOMETRIC TRAINING ON VERTICAL JUMP PERFORMANCE

Noppadol MANEEDANG, Weerawat LIMROONGREUNGRAT* and Metta PINTHONG

College of Sports Science and Technology

Mahidol University, Nakhon Pathom 73170

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of single-leg and double-leg plyometric training on vertical jump performance in collegiate athletes. Twenty-two male athletes (mean age 19.82 ± 1.71 years, mean weight 69.89 ± 10.9 Kg., mean height 1.75 ± 0.06 m.) volunteered in the study. Subjects were randomly assigned to either the single-leg training group (SL) or double-leg group (DL). Both groups received training twice a week for six weeks. The jump performance was assessed prior to the training program (pre-test) and after 6-week training program (post-test). Countermovement jump (CMJ), squat jump (SJ), and depth jump (DJ) in dominant leg were tested using a force platform. Dependent t-test was used to compare differences of jump parameters within group whereas an independent t-test was used to identify differences between groups. The level of significance was set at $p\text{-value} < 0.05$. The results showed that there were no significant differences between the two plyometric training types. In general, both groups showed improved jump performance after the training particularly SL. SL has improved significantly in terms of the jump high and power. In conclusion, SL and DL plyometric training provide similar results.

(Journal of Sports Science and Technology 2015;15(1): 17-26)

KEY WORDS: Plyometric training/ Jump/ Power /Rate of force development

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

ชีวกลศาสตร์ทางการกีฬา (Sports Biomechanics)

การเปรียบเทียบผลการฝึกพลัยโอเมตริกระหว่างการฝึกแบบขาเดียวกับการฝึกแบบสองขา ต่อสมรรถภาพการกระโดด

นพดล มณีแดง* วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ เมตตา ปิ่นทอง

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล จ. นครปฐม

999 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ. นครปฐม 73170

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลการฝึกระหว่างการฝึกแบบขาเดียวและการฝึกแบบสองขาต่อสมรรถภาพการกระโดดในแนวตั้งของนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย นักกีฬาชาย จำนวน 22 คน (อายุเฉลี่ย 19.8 ± 1.7 ปี, น้ำหนักเฉลี่ย 69.9 ± 10.9 กก., ส่วนสูงเฉลี่ย 1.75 ± 0.1 ม.) ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกสุ่มเพื่อเข้ากลุ่มการฝึกแบบขาเดียวหรือแบบสองขา โดยทั้งสองกลุ่มจะได้รับการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยจะประเมินสมรรถภาพการกระโดดก่อนและหลังการฝึก ด้วยแผ่นวัดแรงในท่า Countermovement jump (CMJ), Squat jump (SJ) และ Depth jump (DJ) ในขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียว สถิติ dependent t-test เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก และใช้ Independent t-test เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกขาเดียว กับกลุ่มที่ได้รับการฝึกสองขา โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จากผลการวิจัย ไม่พบความแตกต่างระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกทั้งสองรูปแบบ แต่การฝึกทั้งสองแบบพัฒนาสมรรถภาพการกระโดดในแนวตั้งได้ โดยเฉพาะการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาข้างเดียวที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ของความสูงการกระโดดและกำลัง โดยสรุป การฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาเดียวหรือการฝึกแบบสองขาให้ผลการฝึกใกล้เคียงกัน

(Journal of Sports Science and Technology 2015;15(1): 17-26)

คำสำคัญ: การฝึกพลัยโอเมตริก /การกระโดด /กำลัง /อัตราการพัฒนาแรง

บทนำ

การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกที่ถูกนำมาใช้ในกีฬามากมายประเภท เช่น บาสเกตบอล ฟุตบอล วอลเลย์บอล ฯลฯ เพื่อใช้พัฒนากำลังกล้ามเนื้อ ความเร็วและความคล่องตัว¹⁻⁴ การฝึกพลัยโอเมตริกใช้หลักของ stretch-shortening cycle เพื่อเพิ่มความสามารถของหน่วยกล้ามเนื้อ-เอ็น (muscle-tendon unit) ทำให้มีแรงมากเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลานั้นๆ⁵ รูปแบบการฝึก พลัยโอเมตริกที่นิยมฝึกกันทั่วไป คือ การฝึกด้วยการกระโดด เช่น กระโดดข้ามรั้วที่มีความสูงต่างๆ กัน การกระโดดขึ้นกล่องหรือลงจากกล่องที่มีความสูงต่างๆ กัน ทั้งนี้ การฝึกส่วนใหญ่จะให้นักกีฬากระโดดด้วยขาสองข้างพร้อมกัน กัน McCurdy และคณะ (2005)⁶ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านระหว่างขาสองข้างพร้อมกัน (ขาคู่) และขาข้างเดียวต่อความแข็งแรงของร่างกายส่วนล่างและกำลัง โดยทำการฝึกด้วยแรงต้านและพลัยโอเมตริก ร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว มีความสูงในการกระโดดด้วยขาข้างเดียวและกำลังมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยขาคู่ Makaruk และคณะ (2011)⁷ ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ระหว่างการฝึกแบบขาคู่และการฝึกแบบขาเดียวในนักกีฬาเพศหญิง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยทดสอบกำลังสูงสุด (Peak power) จากการทดสอบ Wingate และความสามารถในการกระโดด ทั้งขาเดียวและขาคู่ ในท่ากระโดดแบบย่อเข้า (countermovement jump) นักกีฬาถูกทำการทดสอบในช่วงเวลาที่ต่างกัน จำนวน 4 ครั้ง คือ ก่อนการฝึก สัปดาห์ที่ 7 สัปดาห์ที่ 12 และหลังการฝึก 4 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การฝึกแบบขาคู่และการฝึกแบบขาเดียวสามารถเพิ่มกำลังของกล้ามเนื้อหลังจากฝึก 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาทั้งกำลังและระดับความสูงของกระโดด แต่การฝึกด้วยขาเดียวสามารถพัฒนาได้ดีในช่วงแรก แต่ในระยะยาว การฝึกด้วยขาคู่จะมีกำลังและความสูงดีกว่า

แม้ว่าจะมีการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาคู่และขาเดียวมาก่อน แต่ผลการวิจัยยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดได้ว่าวิธีการฝึกแบบใดให้ผลดีกว่ากัน นอกจากนี้ ยังไม่มีงานวิจัยใดก่อนหน้ากล่าวถึงตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกพลัยโอเมตริกระหว่างการฝึกด้วยสองขาพร้อมกันและแบบขาเดียว ในตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการกระโดดในแนวดิ่ง ได้แก่ แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด อัตราการพัฒนาแรง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งการศึกษานี้มีสมมติฐานวิจัย คือ การฝึกพลัยโอเมตริกระหว่างการฝึกด้วยขาเดียวมีความแตกต่างกับการฝึกด้วยขาเดียวของสมรรถภาพการกระโดดในตัวแปรชีวกลศาสตร์ ผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาต่อไป

วิธีการศึกษา

นักกีฬาสเกตบอล ฟุตบอลและวอลเลย์บอลมหาวิทยาลัยมหิดล เพศชาย อายุระหว่าง 18-28 ปี จำนวน 22 คน อาสาสมัครเข้าร่วมในงานวิจัยนี้ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง สำหรับเกณฑ์ในการคัดออก คือ ผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ในระหว่างโปรแกรมการฝึกหรือออกกำลังกาย เช่น การฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้าน (resistance training) หรือการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการกระโดด ที่ส่งผลต่อการฝึกจะถูกคัดออก รวมถึงผู้ที่มีอาการบาดเจ็บหรือโรคประจำตัว ที่ทำให้ไม่สามารถทำการฝึกได้ต่อเนื่องตลอดโปรแกรม นักกีฬาทุกคนทราบรายละเอียดของงานวิจัยและเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยซึ่งผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้เข้าร่วมวิจัย ที่ผ่านการคัดกรองแล้วจะถูกสุ่ม แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ฝึกแบบสองขา (Double-leg group; DL) และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบขาเดียว (Single-leg group; SL)

กระบวนการฝึก (Training procedure)

ในงานวิจัยนี้ นักกีฬาจะได้รับการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งก่อนทำการฝึก นักกีฬาทั้งสองกลุ่มทำการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกของทั้ง 2 กลุ่ม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 สำหรับการเพิ่มความหนักของแบบฝึกนั้น อ้างอิงจากงานวิจัยของ Cappa (2011)⁸ โดยใช้การเพิ่มจำนวนครั้งที่เท้าที่สัมผัสพื้น (foot contacts) ซึ่งจะมีการเพิ่มทุกสัปดาห์ ความสูงของรั้วที่ใช้ในการฝึก จะกำหนดจากร้อยละความสูงที่ได้จากการทดสอบการย่อกระโดด (countermovement jump) ของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละบุคคลก่อนการฝึก

การทดสอบ (Testing procedure)

ก่อนทำการทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายและทดลองฝึกการกระโดด เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับการทดสอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะทำการทดสอบในกระโดด 3 ท่า คือ ท่า squat jump (SJ) countermovement jump (CMJ) และ depth jump (DJ) โดยจะทำการทดสอบก่อนเริ่มการฝึก และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ สำหรับรายละเอียดของท่ากระโดด CMJ และ SJ และตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่ ความสูงในการกระโดด กำลังและอัตราการเกิดแรง ได้อธิบายไว้อย่างละเอียดในงานวิจัยก่อนหน้านี้⁹ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้จะทดสอบเฉพาะขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียว โดยในการทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนด้วยขาข้างที่ถนัดบนแผ่นวัดแรง ขนาด 40 x 60 ซม. (Kitsler Inc, Switzerland) เพียงข้างเดียว เมื่อได้รับสัญญาณ ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องกระโดดด้วยแรงพยายามเต็มที่ โดยลำดับของท่ากระโดดจะถูกสุ่ม สำหรับ DJ จะทำการทดสอบโดยให้นักกีฬาระโดดลงจากกล่องที่มีความสูง 30 ซม. เมื่อเท้าสัมผัสพื้นให้กระโดดขึ้นตรงๆ ทันทีอย่างรวดเร็วและเต็มกำลัง นักกีฬาทำการกระโดดท่าละ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีเวลาพักครั้งละ 3 นาที ตัวแปรทั้งหมดจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 1 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

สัปดาห์ ที่	ปริมาตร (จำนวนครั้งที่ทำสัมผัส พื้น)	ทักษะ (เซต × ครั้ง)*	
1	100	Tuck jumps (4×7)	พัก 45 วินาที ระหว่างเซต
		Rim jumps (4×6)	
		Hurdle jumps (100%CMJ) (2×8)	
		Lateral Hurdle jumps	
		Depth jumps to Vertical jumps (2×8)	
2	112	Tuck jumps (4×8)	
		Rim jumps (4×8)	
		Hurdle jumps (100%CMJ) (2×8)	
		Lateral Hurdle jumps	
		Depth jumps to vertical jumps (2×8)	
3	120	Tuck jumps (4×8)	
		Rim jumps (4×6)	
		Hurdle jumps (120%CMJ) (4×6)	
		Lateral Hurdle jumps (120%CMJ) (4×6)	
		Depth jumps to vertical jumps (2×8)	
4	120	Tuck jumps (4×6)	
		Rim jumps (4×6)	
		Hurdle jumps (120%CMJ) (4×6)	
		Lateral Hurdle jumps (120%CMJ) (4×6)	
		Depth jumps to vertical jumps (4×6)	
5	132	Tuck jumps (4×6)	
		Rim jumps (4×6)	
		Hurdle jumps (140%CMJ) (4×6)	
		Lateral Hurdle jumps	
		Depth jumps to Vertical jumps (4×8)	
6	140	Tuck jumps (4×6)	
		Rim jumps (4×6)	
		Hurdle jumps (140%CMJ) (4×7)	
		Lateral Hurdle jumps (140%CMJ) (4×8)	
		Depth jumps to vertical jumps (4×8)	

*SL = กลุ่มฝึกขาเดียว; DL = กลุ่มฝึกขาคู่; CMJ = countermovement jump

*DL จะทำ 2×8 ในขณะที่ SL จะทำขาข้างละ 1×8

การวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilks พบว่าข้อมูลมีการกระจายปกติ ดังนั้น สถิติพารามเมตริก independent t-test จึงถูกใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการฝึก (SL vs. DL) และสถิติ dependent t-test ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อน-หลังการฝึก (pre-test vs. post-test) สำหรับตัวแปรตามของการศึกษานี้ คือ ความสูงในการกระโดด แรงปฏิกิริยาจากพื้น กำลังและอัตราการเกิด

แรง การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดถูกวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 16 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า 0.05 ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมวิจัย ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งไม่พบความแตกต่างของคุณลักษณะทั่วไป ในเรื่องของอายุ ส่วนสูง น้ำหนักและดัชนีมวลกายของทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตารางที่ 3 แสดงค่าตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของการกระโดด จากการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (การฝึกด้วยขาข้างเดียวและสองขา) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฝึก ผลการศึกษาพบว่า มีเพียงความสูงของการกระโดดของการฝึกแบบขาเดียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบทั้ง 3 ท่ากระโดดเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก นอกจากนี้ ยังพบว่า กำลังและอัตราการสร้างแรงใน 100 มิลลิวินาที ในท่า DJ ของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ($DL: t_{10} = -3.221, p < 0.05$ และ $SL_{10}: t = -3.020, p < 0.05$) นอกจากนี้ กำลังในท่า CMJ ของกลุ่มที่ฝึกขาเดียวก็เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ($t_{10} = -2.455, p < 0.05$) เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคุณสมบัติผู้เข้าร่วมวิจัย

ตัวแปร	SL (n=11)	DL (n=11)	p-value
อายุ (ปี)	19.2 ± 0.9	20.5 ± 2.1	0.087
ส่วนสูง (เมตร)	1.74 ± 0.1	1.76 ± 0.1	0.431
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	68.4 ± 10.2	71.4 ± 11.8	0.532
ดัชนีมวลกาย (กก/ม ²)	22.3 ± 2.1	22.7 ± 2.9	0.712

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสูงการกระโดด แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด กำลัง และ อัตราการพัฒนากำลังในการกระโดดระหว่างการฝึกแบบสองขาและการฝึกแบบขาเดียว ก่อนและหลังการฝึก

	DL		SL	
	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก
ความสูงการกระโดด (ซม.)				
CMJ	17.5 ± 3.0	19.1 ± 3.4	15.7 ± 3.4	18.9 ± 4.5*
SJ	15.4 ± 2.6	17.3 ± 2.9	14.5 ± 3.4	17.7 ± 4.4*
DJ	19.4 ± 4.6	22.6 ± 5.2	16.6 ± 3.1	22.4 ± 5.5*
CMJ:SJ	1.15 ± 0.2	1.10 ± 0.1	1.10 ± 0.2	1.08 ± 0.14
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (นิวตัน)				
CMJ	1,330.6 ± 216.2	1,363.9 ± 216.6	1,324.7 ± 184.5	1,367.9 ± 168.9
SJ	1,296.6 ± 212.2	1,303.2 ± 173.0	1,283.0 ± 207.5	1,301.7 ± 215.6
DJ	1,489.7 ± 286.5	1,742.8 ± 326.3	1,540.0 ± 312.5	1,764.0 ± 227.1
กำลัง (วัตต์)				
CMJ	2,185.4 ± 637.6	2,295.10 ± 410.18	2,067.8 ± 340.0	2,263.5 ± 318.7*
SJ	2,165.8 ± 512.0	2,289.3 ± 423.3	2,196.1 ± 489.7	2,324.9 ± 550.9
DJ	4,322.9 ± 1,036.1	5,260.4 ± 673.4*	4,283.0 ± 835.6	4,949.8 ± 624.9*
อัตราการสร้างแรงใน 100 มิลลิวินาที (นิวตัน·วินาที ⁻¹)				
CMJ100	10,000.4 ± 1147.3	10,050.0 ± 1826.3	10,170.4 ± 1888.9	10,759.4 ± 1,544.4
SJ100	9,496.3 ± 1801.0	9,358.5 ± 1996.6	8,661.6 ± 1676.0	9,464.6 ± 2,319.1
DJ100	14,105.3 ± 2651.8	17,219.4 ± 3472.3*	14,619.5 ± 3,685.1	17,581.3 ± 2,348.9*
อัตราการสร้างแรงใน 250 มิลลิวินาที (นิวตัน·วินาที ⁻¹)				
CMJ250	4,945.8 ± 874.4	5,061.1 ± 817.5	4,937.8 ± 690.4	5,142.5 ± 543.3
SJ250	4,821.6 ± 844.7	4,744.6 ± 800.6	4,670.2 ± 894.1	4,682.3 ± 786.3

คำย่อ: CMJ=countermovement jump; SJ = squat jump; DJ = depth jump

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

บทวิจารณ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยการกระโดดแบบขาเดียว (SL) กับการฝึกกระโดดแบบสองขา (DL) ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ต่อสมรรถภาพการกระโดด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะวัดสมรรถภาพการกระโดดจากการทดสอบของขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียว อย่างไรก็ตาม ผลของการวิจัยนี้ ไม่สนับสนุนสมมติฐานวิจัยที่ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยขาเดียวจะให้ผลที่ต่างจากการฝึกด้วยขาคู่ในเชิงของชีวกลศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความสูงของการกระโดด แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด กำลังและอัตราการสร้างแรง ซึ่งผลการวิจัยนี้ต่างจากการศึกษาวิจัยที่รายงานก่อนหน้านี้ที่พบความสูงและกำลังการกระโดดของกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาเดียวเพิ่มสูงกว่ากลุ่มที่

ได้รับการฝึกแบบสองขา⁶ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากรูปแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ใช้ในการวิจัยต่างกัน ในการศึกษาของ McCurdy และคณะ (2005)⁶ นักกีฬาจะได้รับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกพร้อมกับฝึกแบบแรงต้าน ในขณะที่ การศึกษาปัจจุบัน กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ระยะเวลาที่ได้รับการฝึกยังมี ระยะเวลาสั้นกว่าการศึกษาปัจจุบัน คือ 8 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Makaruk และคณะ (2011)⁷ ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างการฝึกทั้งสองรูปแบบ

แม้ว่า ผลการวิจัยจะไม่พบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการฝึกทั้งสองรูปแบบ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลก่อน และหลังของการฝึกพลัยโอเมตริกของตัวแปรต่างๆ พบว่าทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาสมรรถภาพกระโดดในทางที่ดีขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียวที่มีความความสูงของการกระโดดและกำลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้^{6,7} แสดงให้เห็นว่าการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถช่วยพัฒนาและกระตุ้นให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงของระบบประสาทได้¹⁰

แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดทั้งระหว่างกลุ่ม (รูปแบบการฝึก) และระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก ในงานวิจัยนี้ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ มีเพียงการทดสอบการกระโดดแบบ depth jump ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับ การศึกษาก่อนหน้านี้โดยมีการทดสอบวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดจากการกระโดดแบบ depth jump ซึ่งค่าอยู่ในช่วง 1,800-1,900 นิวตัน¹¹ ทั้งนี้แรงปฏิกิริยาจากพื้นจะบอกถึงปริมาณแรงที่กระทำกับพื้นแต่มีทิศทางตรงข้าม โดยวัดจากแรง ทั้งหมดที่ร่างกายกระทำกับพื้น ทั้งนี้ แรงที่กระทำอาจไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ระยะเวลาที่แรงกระทำหรือความเร็วอาจมี การเปลี่ยนแปลงในขณะที่กระโดด ซึ่งกำลังและอัตราการพัฒนาแรงจะสามารถช่วยอธิบายในส่วนนี้ได้ เพราะกำลังได้มา จากผลคูณของแรงและความเร็ว ในขณะที่อัตราการพัฒนาแรงคือความชันของกราฟระหว่างแรงและเวลา

อัตราการพัฒนาแรงจะบอกถึงความเร็วในการเพิ่มขึ้นของแรงขณะกล้ามเนื้อเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ¹² อัตราการพัฒนาแรงนี้จะสัมพันธ์กับวงจรการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ (SSC) ซึ่งวงจรการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ (SSC) ระยะสั้นจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีระยะเวลาน้อยกว่า 200 มิลลิวินาที หากใช้เวลามากกว่านี้จะเป็นวงจรระยะยาว^{4,13} ซึ่งพบใน ท่ากระโดดแบบ depth jump และ countermovement jump ตามลำดับ ดังนั้น ในการทดสอบจึงนิยมให้ทำการทดสอบ ด้วยการกระโดดแบบ countermovement และ depth jump ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริกทั้งสองรูปแบบ มีอัตราการพัฒนา แรงที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าสามารถกระตุ้นการพัฒนาวงจรการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ (SSC) แต่จะเห็นการเปลี่ยนแปลง ได้ชัดเจนในการทดสอบแบบ depth jump ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการทดสอบการกระโดดแบบ depth jump กระตุ้นวงจรการ ยืดหดตัวของกล้ามเนื้อได้ชัดเจนมากกว่า การทดสอบการกระโดดแบบ countermovement อัตราการพัฒนาแรง 100 มิลลิวินาที ผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ McLellan และคณะ (2011)¹⁴ คือ $10,728 \pm 4,014$ นิวตัน วินาที⁻¹ อย่างไรก็ตาม สำหรับอัตราการพัฒนาแรง 250 มิลลิวินาที พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยทั้งสองกลุ่ม จึง อาจเป็นไปได้ว่าโปรแกรมที่ใช้สำหรับฝึกพลัยโอเมตริกกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวงจรการยืดหดแบบสั้นมากกว่า

สำหรับ ข้อจำกัดของการศึกษานี้ อาจเนื่องจากผู้เข้าร่วมวิจัยประกอบด้วยนักกีฬาบาสเก็ตบอล วอลเลย์บอลและฟุตบอล ดังนั้น ทักษะของแต่ละประเภทกีฬา รวมถึงความคุ้นเคยกับรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก แตกต่างกันไป ดังนั้น ในการศึกษาต่อไป ควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่มาจากกีฬาประเภทเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพการกระโดดระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาข้างเดียวและขาสองข้างในการฝึก 6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม รูปแบบการฝึกทั้งสองกลุ่มสามารถช่วยพัฒนาสมรรถภาพการกระโดดให้ดีขึ้น โดยเฉพาะการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาข้างเดียวที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ของความสูงการกระโดดและกำลัง ซึ่งโค้ชหรือผู้ฝึกสอนควรเลือกรูปแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้เหมาะสมกับนักกีฬา

เอกสารอ้างอิง

1. Matavulj D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. Jun 2001;41(2):159-164.
2. Roopchand-Martin S, Lue-Chin P. Plyometric training improves power and agility in Jamaica's national netball team. *The West Indian medical journal*. Mar 2010;59(2):182-187.
3. Saez-Saez de Villarreal E, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*. Sep 2010;13(5):513-522.
4. Thomas K, French D, Hayes PR. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. Jan 2009;23(1):332-335.
5. Rassier DE, Herzog W. Force enhancement and relaxation rates after stretch of activated muscle fibres. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*. Mar 7 2005;272(1562):475-480.
6. McCurdy KW, Langford GA, Doscher MW, Wiley LP, Mallard KG. The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. Feb 2005;19(1):9-15.
7. Makaruk H, Winchester JB, Sadowski J, Czaplicki A, Sacewicz T. Effects of unilateral and bilateral plyometric training on power and jumping ability in women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. Dec 2011;25(12):3311-3318.
8. Cappa DF, Behm DG. Training specificity of hurdle vs. countermovement jump training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. Oct 2011;25(10):2715-2720.
9. Limroongreungrat W, Kamutsri T. Comparison of vertical jump performance between female Thai national and youth national volleyball players. *Journal of Sports Science and Technology*. 2014;14(2):17-24.

10. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports medicine*. Feb 1 2011;41(2):125-146.
11. Stalboom M, Holm DJ, Cronin J, Keogh J. Reliability of kinematics and kinetics associated with horizontal single leg drop jump assessment. A brief report. *Journal of sports science & medicine*. 2007;6(2):261-264.
12. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*. Oct 2002;93(4):1318-1326.
13. de Villarreal ES, Kellis E, Kraemer WJ, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. Mar 2009;23(2):495-506.
14. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. Feb 2011;25(2):379-385.