JOURNAL OF HEALTH, PHYSICAL EDUCATION AND RECREATION
ISSN 0125-2674
Vol.47 No. 2 July - December 2021

วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ
ปีที่ 47 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2564

ผลของการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแบดมินตันระดับมหาวิทยาลัย

ชวพัส โตเจริญบดี*เบญจพล เบญจพลากร**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็ก (Vertimax) ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแบดมินตันระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 - 25 ปี จำนวน 12 คน แบ่งเป็นเพศชาย 6 คน เพศหญิง 6 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากชมรมแบดมินตันแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 6 คน จะได้รับการฝึกโดยใช้แรงต้าน จากเครื่องเวอร์ติแม็ก (Vertimax) เสริมจากโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกแบดมินตันตามปกติจำนวน 6 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะถูกทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดจากแผ่นวัดแรงปฏิกิริยา (Force plate) ร่วมกับชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis) และการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว (Badminton-specific movement agility tests) ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ 1. แบบสองมุมข้าง (Sideway agility test) 2. แบบสี่มุม (Four corner agility test) ซึ่งผลที่ได้รับจากการทดสอบพลังกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไวจะถูกบันทึกและรายงานในรูปของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยจะทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาคำนวณทางสถิติ

ผลการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง พบว่าหลังจากการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าความคล่องแคล่วว่องไวที่ดีขึ้นทั้งในแบบทดสอบแบบสองมุมข้างและแบบสี่มุม ($p = 0.01$ และ 0.01) ขณะที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าความคล่องแคล่วว่องไวทั้งในแบบทดสอบสองมุมข้างและแบบสี่มุม ($p = 0.35$ และ 1.00) ในกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ค่าร้อยละของค่าความคล่องแคล่วว่องไวในกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p = 0.01$ และ 0.01) แต่ไม่พบความแตกต่างกันของค่าพลังกล้ามเนื้อขา ภายหลังจากได้รับการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการฝึกด้วยเครื่องเวอร์ติแม็กสามารถใช้เป็นการฝึกเสริมเพื่อพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแบดมินตันได้

คำสำคัญ: พลังกล้ามเนื้อขา, ความคล่องแคล่วว่องไว, เครื่องเวอร์ติแม็ก

* นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
** อาจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ติดต่อผู้นิพนธ์: ชวพัส โตเจริญบดี, chavapat_kee@hotmail.com มือถือ 092-2488494

JOURNAL OF HEALTH, PHYSICAL EDUCATION AND RECREATION
ISSN 0125-2674
Vol.47 No. 2 July - December 2021

วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ
ปีที่ 47 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2564

วันที่รับบทความ 21 กุมภาพันธ์ 2564 วันที่แก้ไขบทความ 8 มีนาคม 2564 วันที่ตอบรับ 8 มิถุนายน 2564

Effects of Supplementary Resistance Trainings Using Vertimax on Developments of Leg Power and Agility in Varsity of Badminton Players

Chavapat Tocharoenbodee* Benjapol Benjapalakorn**

Abstract

The present study aimed to investigate effects of resistance training using Vertimax on developments of leg power and agility in varsity of badminton players. Twelve players Age between 18-25 years, divided into 6 males, 6 females from badminton club of Chulalongkorn University were recruited and equally assigned into 2 groups. Control group (n=6) receiving regular badminton practice and experimental group (n=6) receiving resistance training using Vertimax machine in addition to regular badminton training. Data from Pre-test and Post-test including ground reaction force, representing leg jumping power, and agility scores from two corner and four corner agility tests were recorded and presented in mean and standard deviation.

Results showed that, after 8 weeks of training, participants in experimental group showed improvement in both agility tests (p = 0.01 and 0.01 respectively), while subjects in control group showed no improvement in agility after 8 weeks of regular badminton training (p = 0.35 and p = 1.00). Furthermore, experimental group also showed greater percentage of improvement in agility comparing to that in control group (p = 0.01 and p = 0.01). However, neither control nor experimental group showed improvement in leg jumping power after treatments, of which also yield no difference between groups of subjects. Therefore, it might be considered that resistance training using pulley system could be used as supplementary to promote agility of badminton players.

Keywords: Leg power, Agility, Vertimax

* Master's degree Sports Science Faculty of Sports Science Chulalongkorn University

** Lecturer Dr. Department of Sports Science Faculty of Sports Science Chulalongkorn University

JOURNAL OF HEALTH, PHYSICAL EDUCATION AND RECREATION
ISSN 0125-2674
Vol.47 No. 2 July - December 2021
วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ
ปีที่ 47 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2564

Contract: Chavapat Tocharoenbodee E-mail: chavapat_kee@hotmail.com Mobile: 092-2488494
Received: February 21, 2021 ;Revised: March 8, 2021 ; Accepted: July 8, 2021

บทนำ

แบดมินตันเป็นกีฬาประเภทแร็กเก็ตที่มีความเร็วของลูกจากการใช้แร็กเก็ตตีมากที่สุดในโลก (Bankosz, Nawara, & Ociepa, 2013) เช่น จังหวะลูกตบมีความเร็วสูงสุดเท่ากับ 417 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Guinness World Records, 2017) จึงเป็นสาเหตุให้นักกีฬาแบดมินตันจำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ไปรับลูกแบดมินตันที่ส่งมาจากคู่แข่งขันได้อย่างทันท่วงทีและตีโต้กลับไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องอาศัยทั้งพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไว (Tiwari, Rai, & Srinet, 2011) ทั้งนี้ในการเคลื่อนที่ของแบดมินตันเป็นการเปลี่ยนการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ เป็นระยะทางสั้นๆ ในแนวระนาบ (ชารี จันสุพรม, 2556) โดยมีข้อต่อสะโพก, กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวและกล้ามเนื้อเอ็นร้อยหวายเป็นส่วนช่วยในการเคลื่อนไหว (Chin, Steininger, So, Clarkt, & Wong, 1995) ซึ่งต้องอาศัยพลังของการเคลื่อนที่อันเกิดจากการใช้ทั้งการสร้างแรงในการเคลื่อนที่และความเร็วในการเคลื่อนที่ (Sharkey & Gaskill, 2006) โดยได้มีนวัตกรรมที่มาช่วยให้สามารถฝึกการสร้างแรงและความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างหลากหลาย และหนึ่งในนั้นคือ การฝึกด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็ก (Vertimax) (Sturgess & Newton, 2008)

การฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยยางยืดมีแรงต้านใกล้เคียงกับการฝึกด้วยน้ำหนัก (Mcmaster, Cronin, & McGuigan, 2010) ซึ่งมีคุณสมบัติของการคืนรูป (Elastic property) ทำให้ยางยืดสามารถคืนกลับสู่รูปเดิมก่อให้เกิดแรงต้านที่นักกีฬาต้องเอาชนะแรงนั้น สตีเวนซัน,วอเปห้า, ดิเอทซ์, กีฟแอนและเอดแมน (Stevenson, Warpeha, Dietz, Giveans, & Erdman, 2010) กล่าวว่ายางยืดถูกนิยมใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านเนื่องจากยางยืดทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อขณะความยาวเพิ่ม (Eccentric Contraction) เพราะยางยืดจะมีการสร้างแรงต้านเพิ่มมากขึ้นเมื่อถูกยืดออกทำให้เกิดแรงต้านตลอดช่วงของการยืดออกของกล้ามเนื้อ (Eccentric phase) ซึ่งในปัจจุบันได้มีพัฒนายางยืดทั่วไปเป็นเครื่องเวอร์ติแม็กหรือยางยืดแบบมีลูกรอกทำให้เป็นวิธีการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงในการเคลื่อนที่ของแต่ละชนิดกีฬา เนื่องจากออกแบบมาเพื่อให้เพิ่มความหนักได้ตั้งแต่เริ่มต้นของการฝึกและสามารถปรับความหนักให้คงที่ได้ตลอดการเคลื่อนไหวไม่ว่านักกีฬาจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด ความหนักของการยืดตัว (k = elasticity constant) จะเป็นค่าคงที่ตามที่กำหนด โดยระบบลูกรอกควบคุมความยาวและการยืดออกของยางยืด ดังนั้นเมื่อนำมาฝึกพลังที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาที่มีความเฉพาะเจาะจงกับกล้ามเนื้อที่ต้องการพัฒนาของชนิดกีฬานั้น (วิไลลักษณ์ ปักษา, 2553) ในผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสามารถใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ เช่น ในงานวิจัยของชิดชนก ศรีราช (2555) พบว่า การฝึกพลังกล้ามเนื้อขาจากการกระโดดแนวดิ่งในท่า เช่น สก๊อตจัมพ์, กระโดดขาเดียวและ Tuck Jump ด้วยเครื่องเวอร์ติแม็กมีผลให้เกิดพลังกล้ามเนื้อของการเพิ่มระยะในการออกตัวแบบจับแท่นของนักกีฬาได้มากกว่ากลุ่มการฝึกว่ายน้ำตามปกติ สอดคล้องกับงานวิจัย พันธ์วดี อินทรมณี (2557) ที่มีผลของการเปรียบเทียบการฝึกแบบแบกน้ำหนักกระโดดกับการฝึกกระโดดด้วยเครื่องเวอร์ติแม็กที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในวอลเลย์บอลเยาวชนหญิงพบว่าการฝึกกระโดด

ด้วยเครื่องเวอร์ติแม็กด้วยที่ความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุดจำนวน 1 ครั้ง (1RM) ทำให้เกิดการพัฒนาของพลังกล้ามเนื้อในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขามีค่าสูงกว่าการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดเนื่องจากตำแหน่งในการเพิ่มน้ำหนักจากภายนอกที่แตกต่างกันทำให้มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อ เพราะการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กเป็นการฝึกที่มีน้ำหนักในตำแหน่งที่ใกล้จุดศูนย์กลางของร่างกายจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดดมากกว่าการแบกน้ำหนักกระโดดที่ทำให้ลำตัวเอนไปด้านหน้าทำให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลง และอีกหนึ่งงานวิจัยของ Chansrisukot (2014) พบว่าการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยเครื่องเวอร์ติแม็กที่มีลักษณะที่เฉพาะเจาะจงกับท่าของการเคลื่อนไหวทำให้ลดเวลาการเคลื่อนไหวและเวลาการตอบสนองในการเคลื่อนที่ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และเมื่อลดเวลาการเคลื่อนไหวและเวลาการตอบสนองในการเคลื่อนที่ทำให้เกิดความคล่องแคล่วในนักกีฬาเพิ่มขึ้นได้

ด้วยเหตุที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันระดับมหาวิทยาลัย เนื่องจากการฝึกด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็ก ซึ่งเป็นแรงต้านที่นักกีฬาต้องออกแรงด้วยพลังตั้งแต่เริ่มต้นของการเคลื่อนที่ เนื่องจากมีการปรับค่าคงที่ของสปริงให้คงที่ ซึ่งต่างจากยางยืดแบบทั่วไปที่ขณะเริ่มต้นจะยังไม่มีแรงต้านจนกว่าจะยืดไปถึงระดับหนึ่ง ซึ่งแรงจะแปรผันตามระยะยืดเพื่อที่จะได้ใช้เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการฝึกสมรรถภาพให้กับนักกีฬาแบดมินตันให้มีพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแบดมินตัน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงของพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวระหว่างกลุ่มที่มีการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กกับกลุ่มที่มีเฉพาะการฝึกแบดมินตันตามปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. การฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กจะช่วยให้นักกีฬาแบดมินตันสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวได้เพิ่มมากขึ้น
2. การฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กจะช่วยให้นักกีฬาแบดมินตันสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกแบดมินตันตามปกติเท่านั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviations) ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว ของก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบแบบที (T - Test Independent)

สรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลนักกีฬา อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	อายุ (ปี)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
		$\bar{X} \pm$ S.D.	$\bar{X} \pm$ S.D.	$\bar{X} \pm$ S.D.
กลุ่มควบคุม	6	21.00 ± 2.00	170.33 ± 9.33	63.83 ± 8.79
กลุ่มทดลอง	6	21.00 ± 1.55	169.00 ± 7.56	63.17 ± 8.49

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มควบคุมที่เข้าร่วมวิจัยมีจำนวนทั้งหมดทั้งสิ้น 6 คนโดยมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 ± 2.00 ปี กลุ่มทดลองที่เข้าร่วมวิจัยมีจำนวนทั้งหมดทั้งสิ้น 6 คนมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 + 1.55 ปี กลุ่มควบคุมมีส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 170.33 ± 9.33 เซนติเมตร กลุ่มทดลองมีส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 169.00 ± 7.56 เซนติเมตร กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 63.83 ± 8.79 กิโลกรัม กลุ่มทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 63.17 ± 8.49 กิโลกรัม

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง – หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ในกลุ่มควบคุม

	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	t	p
	$\bar{X} \pm$ S.D.	$\bar{X} \pm$ S.D.		
ค่าพลังกล้ามเนื้อขา (วัตต์)	182.02 ± 83.77	189.37 ± 100.74	-0.58	0.59
ความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 4 มุม (วินาที)	23.55 ± 4.24	23.75 ± 3.87	-1.02	0.35
ความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 2 มุมข้าง (วินาที)	14.51 ± 2.34	14.51 ± 2.49	0.00	1.00

*P < .05

จากตารางที่ 2 แสดงในเห็นว่าในการทดสอบค่าของพลังกล้ามเนื้อขากลุ่มควบคุมพบว่าก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 182.02 ± 83.77 วัตต์และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 189.37 ± 100.74 วัตต์ และ

ค่าความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 4 มุม พบว่า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.55 ± 4.24 วินาที และหลังการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.75 ± 3.87 วินาทีและผลการทดสอบ 2 มุมข้างก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.51 ± 2.34 วินาทีและหลังการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.51 ± 2.49 วินาที

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อขาก่อนและหลังการทดลอง พบว่าค่าพลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดของก่อนการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าความคล่องแคล่วว่องไวในการวิ่ง 4 มุมและการวิ่ง 2 มุมข้างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง – หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ในกลุ่มทดลอง

	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	t	p
	$\bar{X}$ ± S.D.	$\bar{X}$ ± S.D.		
ค่าพลังกล้ามเนื้อขา (วัตต์)	160.67 ± 76.68	212.46 ± 41.92	-1.88	0.12
ความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 4 มุม (วินาที)	22.08 ± 1.07	19.06 ± 0.95	10.81	0.01*
ความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 2 มุมข้าง (วินาที)	13.73 ± 0.63	11.59 ± 0.47	9.06	0.01*

* P < .05

จากตารางที่ 3 แสดงในเห็นว่าในการทดสอบค่าของพลังกล้ามเนื้อขากลุ่มทดลองพบว่าก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 160.67 ± 76.68 วัตต์และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 212.46 ± 41.92 วัตต์ และค่าความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 4 มุม พบว่า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.08 ± 1.07 วินาทีและหลังการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.06 ± 0.95 วินาทีและผลการทดสอบ 2 มุมข้างก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.73 ± 0.63 วินาทีและหลังการทดลองค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.59 ± 0.47 วินาที

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อขาก่อนและหลังการทดลอง พบว่าค่าพลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดของก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าความคล่องแคล่วว่องไวในการวิ่ง 4 มุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าการวิ่ง 2 มุมข้างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งค่าความคล่องแคล่วว่องไวทั้งสองแบบการทดสอบพบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของทั้งสองแบบทดสอบ

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบกันค่าร้อยละความแตกต่างของก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ระหว่าง

กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	กลุ่มควบคุม (n = 6)	กลุ่มทดลอง (n= 6)	ค่าความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม	t	Sig.
	แตกต่างร้อยละ	แตกต่างร้อยละ			
ค่าพลังกล้ามเนื้อขา (วัตต์)	0.07	0.52	0.45	-1.46	0.19
ความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 4 มุม (วินาที)	0.002	0.03	0.0028	-9.44	0.01*
ความคล่องแคล่วว่องไวแบบ 2 มุมข้าง (วินาที)	0	0.214	0.214	-8.43	0.01*

จากตารางที่ 4 แสดงค่าการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา, ค่าของความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) แบบ 4 มุม และค่าของความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) แบบ 2 มุมข้าง ซึ่งค่าพลังกล้ามเนื้อขาพบว่ามีค่าความแตกต่างกันระหว่าง 2 กลุ่มร้อยละ 0.45, ค่าของความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) แบบ 4 มุมมีค่าความแตกต่างกันระหว่าง 2 กลุ่มร้อยละ 0.0028และแบบ 2 มุมข้าง มีค่าความแตกต่างกันระหว่าง 2 กลุ่มร้อยละ 0.214

เมื่อวิเคราะห์ค่าของพลังกล้ามเนื้อขาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ค่าของความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) แบบ 4 มุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบ 2 มุมข้างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าของความคล่องแคล่วว่องไวมีแนวโน้มที่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นทำให้ค่าที่ได้มีค่าลดลง ซึ่งผลการทดสอบมีผลที่พัฒนาดีขึ้นส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ได้คล่องแคล่วขึ้นมีผลดีกับนักกีฬาแบดมินตัน

อภิปรายผลการวิจัย

พลังกล้ามเนื้อขา วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ต้องการที่จะศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กที่มีผลต่อการพัฒนากล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไว จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็ก พบว่า ค่าพลังกล้ามเนื้อขาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กไม่มีผลให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาที่ความหนัก 30% ของ 1 RM ซึ่งกลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กควรเพิ่มน้ำหนักการฝึกที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 30% ของ 1 RM เนื่องจากการฝึกที่น้ำหนัก 30-50% นั้นเป็นการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อและน้ำหนักที่ 50-80% จึงพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Bompa & Calcina, 1993) แต่มีการศึกษาพบว่าการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกโดยใช้ความหนักที่ 20% ของ 1 RM สามารถ

พัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้นั้น เนื่องมาจากการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกจะเกิดแรงที่ต้องเอาชนะตลอดการเคลื่อนไหว ส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่มาก ซึ่งในการทำการฝึกพลังกล้ามเนื้อนั้นจะเป็นการฝึกออกแรงที่มีความเร็วและต่อเนื่อง ดังนั้นเมื่อออกแรงฝึกในแต่ละท่าของฝึกนั้นเน้นที่ความเร็วและความต่อเนื่องของการฝึกและมีวิธีการทดสอบกับการฝึกเป็นท่าเดียวกัน นั้นจะมีผลให้ค่าพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้ (พันธ์วดี อินทรมณี, 2557) ทั้งนี้การฝึกด้วยความหนัก 30% ของ 1RM มีผลให้ได้รับการพัฒนาด้านความเร็วมากที่สุด (Chansrisukot, 2014) และความเร็วเป็นองค์ประกอบของความคล่องแคล่วว่องไวและพลังกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปแล้วความคล่องแคล่วว่องไวประกอบด้วย 4 ส่วน คือความเร็ว พลังกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวและการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยที่พลังกล้ามเนื้อจะมากจะน้อยขึ้นอยู่กับแรงและความเร็ว ซึ่งการใช้ยางยืดนั้นทำให้เกิดแรงที่มากขึ้นส่งผลต่อการกระตุ้นประสาทและส่งผลต่อการปรับตัวของร่างกายเพิ่มขึ้น (Newton R.U. et al., 1997) Stevenson et al. (2010) กล่าวไว้ว่า การใช้ยางยืดในการฝึกเป็นการสร้างความเร็วในช่วงเอ็คเซ็นตริก (Eccentric phase) ส่งผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในวงจรการยืดออก-การหดสั้นเข้า (Stretching-Shortening) ได้โดยวงจรนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนไหวที่ประกอบไปด้วยการทำงานกล้ามเนื้อแบบหดตัวความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) และการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวความยาวลดลง (Concentric contraction) เรียกว่าองค์ประกอบของวงจรยืด (Series elastic component) เป็นกลไกทำให้เกิดการสะสมพลังงานในกล้ามเนื้อ เกิดการสร้างพลังงานที่เพิ่มขึ้นโดยอาศัยการพัฒนาขึ้นของ 1. การระดมหน่วยยนต์โดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวเร็ว 2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron) มีความอดทนเพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท 3. การพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการทำงานปรสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง 4. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้น 5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกัน (Intramuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการหดตัวออกแรง (Agonistic) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้รวดเร็ว (Bompa & Calcina, 1993) อาจจะกล่าวสรุปได้ว่าการฝึกพลังกล้ามเนื้อควรใช้วิธีการฝึกโดยใช้แรงต้านที่สามารถระดมการใช้หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twice fiber) (Baker, 2001; Baker, Nance, & Moore, 2001a) ทั้งนี้ช่วงความหนักที่แตกต่างกันยังขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านท่าของการฝึกว่าเป็นการฝึกแบบเคลื่อนไหวข้อต่อ (Single-joint exercise) หรือเป็นการฝึกเคลื่อนไหวแบบหลายข้อต่อ (Multi-joint exercise) นอกจากนี้การเลือกใช้น้ำหนักใดก็ควรจะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการฝึกว่าต้องการการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อในองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength), ความแข็งแรงที่เร็วสูงสุด (High velocity strength), อัตราพัฒนาแรง (Rate of force development), วงจรหดตัวบาวออกและหดสั้นลง (Stretch-shorten cycle), การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำงาน

ร่วมกันและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intramuscular coordination) ในองค์ประกอบทั้งหมดนี้ต้องได้รับการพัฒนาที่ควบคู่กันไปจึงจะส่งผลให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด (Newton & Kraemer, 1994)

สำหรับแบดมินตันนั้นเป็นกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อแบบใช้งานต่อเนื่องทั้งในรูปแบบพลังการเร่ง (Acceleration power) และพลังการชะลอความเร็ว (Deceleration power) เนื่องจากเป็นกีฬาที่มีหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วอย่างรวดเร็วสลับกับการเร่งความเร็ว (Bompa, 1999) ซึ่งโปรแกรมฝึกในครั้งนี้เป็นการฝึกที่เป็นการเร่งความเร็วและต่อเนื่องให้ความทนทาน ซึ่งเป็นพลังกล้ามเนื้อแบบ (Power endurance) แต่วิธีการทดสอบนั้นยังเป็นการทดสอบพลังกล้ามเนื้อ (Power) โดยกระโดดขาคู่ออกไปด้านหน้าและไม่มีความต่อเนื่องเป็นการกระโดดครั้งเดียวแล้วจบ จึงมีผลทำให้ค่าพลังกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่ถ้ามีการเปลี่ยนวิธีการทดสอบที่มีความเฉพาะโปรแกรมการฝึกและท่าที่ใช้ในกีฬาแบดมินตันมากขึ้น เนื่องจากผลของการวิจัยนี้มีแนวโน้มให้ค่าพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และเห็นผลการใช้วิธีการทดสอบพลังกล้ามเนื้อที่มีลักษณะเดียวกันกับกีฬาแบดมินตันในงานวิจัยของ (Chansrisukot, 2014) อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในแง่ของพลังกล้ามเนื้อ คือ กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการฝึกนั้นมีค่าความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อที่ดีอยู่แล้วจากการฝึกซ้อมอยู่เป็นประจำเป็นผลทำให้มีค่าพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

ความคล่องแคล่วว่องไว จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มการฝึกเสริมแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กมีค่าความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

หลังจากการทดลองในครั้งนี้แสดงว่าการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กเป็นการฝึกที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กมีค่าความคล่องแคล่วว่องไวที่ดีมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งแบบ Four - corner Agility Test และแบบ Sideway Agility Test ซึ่งสอดคล้องกับ ในงานวิจัยของ Chansrisukot (2014) ซึ่งในกลุ่มของการทำการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกพบว่าหลังการทำการฝึกนั้นทำให้มีเวลาการเคลื่อนไหวและเวลาการตอบสนองให้ผลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองผลที่ให้คือความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาเพิ่มขึ้นได้ เพราะการฝึกเสริมด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกในครั้งนี้มีการใช้ท่าของการเคลื่อนไหวที่เฉพาะเจาะจงกับการก้าวขาในนักกีฬาแบดมินตัน จึงมีผลทำให้เกิดการเรียนรู้ของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาแบดมินตันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องมาจากแบดมินตันต้องอาศัยกระบวนการทางทักษะกลไกการเคลื่อนไหว ซึ่งการเรียนรู้ทักษะกลไก (Motor learning) เป็นขบวนการที่ทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ถาวร อันเป็นผลมาจากการฝึกหัดหรือประสบการณ์นั้นจะสามารถเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่ ผลย้อนกลับ (Feedback) การจำ (Retention) ตารางการฝึกหัด (Schedules of Practice) และการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) โดยมีผลย้อนกลับ (Feedback) ของการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กในครั้งนี้ส่งผลให้เกิดผลย้อนกลับ

ภายใน (Intrinsic Feedback) เป็นผลย้อนกลับที่เกิดจากตัวนักกีฬา โดยมีการแสดงผลย้อนกลับภายในขณะแสดงทักษะ (Concurrent Intrinsic Feedback) เป็นผลเมื่อหลังจากการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กได้สิ้นสุดแล้ว โดยมีผลย้อนกลับขนิดนี้ยังมีผลทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับองค์ประกอบของการเคลื่อนไหว เช่น จังหวะ ระยะห่าง ลำดับ และขนาดของแรง เป็นต้น โดยผลย้อนกลับนั้นได้มีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ทักษะ ทำให้นักกีฬาแก้ไขข้อผิดพลาดและเกิดการเรียนรู้ทักษะพื้นฐานในกีฬาแบดมินตัน เนื่องจากการฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กเป็นการนำเอาท่าพื้นฐานของกีฬาแบดมินตันมาเพิ่มความหนักให้ร่างกายได้มีการแก้ไขจังหวะการก้าว การลงน้ำหนักของการก้าว ความยาวในการก้าว เมื่อนักกีฬาแบดมินตันได้รับการฝึกเสริมในท่าที่เป็นพื้นฐานการเคลื่อนไหวในกีฬาแบดมินตันมากขึ้นก็จะผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านของการประสานงานของอวัยวะต่าง ๆ รวมถึงการใช้กล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น นักกีฬาจึงปรับปรุงการเคลื่อนไหวให้เร็วมากยิ่งขึ้น มีความลื่นไหลและมีความคงเส้นคงวามากขึ้น (ศิลปชัย สุวรรณธาดา, 2548) อีกทั้งวิธีการทดสอบยังเป็นโปรแกรมการทดสอบที่มีความเฉพาะเจาะจงกับนักกีฬาแบดมินตัน เมื่อนักกีฬามีความชำนาญในการเคลื่อนไหวที่จำเพาะเจาะจงกับนักกีฬาแบดมินตันที่ดีขึ้น ก็ย่อมทำให้ผลการทดสอบดีมากยิ่งขึ้นไปด้วย

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. การฝึกเสริมด้วยแรงต้านจากเครื่องเวอร์ติแม็กควบคู่กับการฝึกแบดมินตันตามโปรแกรมปกติตามรูปแบบการฝึกที่ปรากฏในงานวิจัยสามารถนำไปใช้กับกีฬาแบดมินตันเพื่อพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแบดมินตันได้

2. วิธีการทดสอบพลังกล้ามเนื้อควรปรับให้เป็นแบบต่อเนื่องมากขึ้น เพื่อให้มีความสอดคล้องกับแบบฝึกและกีฬาแบดมินตันมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มน้ำหนักของการฝึกเสริมด้วยเครื่องเวอร์ติแม็กเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาควบคู่กับความคล่องแคล่วว่องไว

2. ควรมีการศึกษารูปแบบการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาในกีฬาแบดมินตันให้มีความสอดคล้องให้มากที่สุดเพื่อวัดค่าพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาแบดมินตันว่ามีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเท่าใด

เอกสารอ้างอิง

เจริญ กระบวนรัตน์. (2549). *ยางยืดพิชิตโรค.* กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี จำกัด.

ชารี จันสุพรม. (2556). ผลของการฝึกด้วยแรงต้านและการเคลื่อนที่แบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแบดมินตัน. *Sports Science and Technology*, *13*, 31-42.

ชิดชนก ศรีราช. (2555). ผลการฝึกเสริมพลังขาที่มีต่อระยะทางการออกตัวแบบจับแท่นในกีฬาว่ายน้ำ. *Journal of Sports Science and Health, 13*(3), 42-51.

พันธ์วดี อินทรมณี. (2557). การเปรียบเทียบการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดกับการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่งของนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิง. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *15*(2), 24-37.

วิไลลักษณ์ ปักษา. (2553). *ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักของร่างกายและด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในผู้สูงอายุ*. กรุงเทพฯ: มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิลปชัย สุวรรณธาดา. (2548). *การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวทฤษฎีและปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Baker, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and coolege-aged rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*(1).

Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001a). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*(1).

Bankosz, Z., Nawara, H., & Ociepa, M. (2013). Assessment of simple reaction time in badminton players. *TRENDS in Sport Sciences, 5*, 54-61.

Bompa, T. (1999). *Periodization Training for Sports.* United States of American.

Bompa, T., & Calcina, O. (1993). *Periodization of strength: The new wave in strength training*: Veritas Pub.

Chansrisukot, G. (2014). Cognitive Psychological Training in Combination with Explosive Power Training Can Significantly Enhance Responsiveness of Badminton Players. *Journal of Exercise Physiologyonline, 18*.

Chin, M. K., Steininger, K., So, R. C. H., Clarkt, C. R., & Wong, A. S. K. (1995). Physiological profiles and sport specific fitness of Asian elite squash players. *British journal of sports medicine, 29*(3), 158-164.

Faulkner, J., Claflin, D., & McCully, K. (1986). Power output of fast and slow fibers from human skeletal muscles. *Human muscle power. Human Kinetics, Champaign. Ill.*

Guinness World Records. (2017). *Fastest badminton hit in competition (male)*. Retrieved from http://www.guinnessworldrecords.com/world-records/fastest-badminton-hit-in-competition-(male)/

Mcmaster, T., Cronin, J., & McGuigan, M. R. (2010). Quantification of rubber and chain-based resistance modes. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24*(8), 2056-2064.

Newton, R. U., Murphy A.J., Humphries B.J., Wilson G.J., Kraemer W.J., & K., H. (1997). Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *European journal of Applied Physiology,* 75(4), 333-342. doi: 10.1007/s004210050169

Newton, R. U. and W. J. Kraemer (1994). "Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy." Strength & Conditioning Journal **16**(5): 20-31.

Ooi, C. H. (2009). Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. *Journal of sports sciences,* 27(14), 1591-1599.

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). Sport Physiology for Coaches: Human Kinetics. *Health & Fitness. USA*.

Stevenson, M. W., Warpeha, J. M., Dietz, C. C., Giveans, R. M., & Erdman, A. G. (2010). Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power, and force production. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 24(11), 2944-2954.

Sturgess, S., & Newton, R. U. (2008). Design and implementation of a specific strength program for badminton. *Strength & Conditioning Journal,* 30(3), 33-41.

Tiwari, L., Rai, V., & Srinet, S. (2011). Relationship of selected motor fitness components with the performance of badminton player. *Asian J Phys Educ Comput Sci Sports,* 5(1), 88-91.