# ผลของการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักที่มีต่อความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบในนักกีฬาแบดมินตัน

**สิรุษา ติระภากรณ์[1], ดวงพร เบญจนราสุทธิ์[2] และ นงนภัส เจริญพานิช[1]**
[1]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

**บทคัดย่อ**

**วัตถุประสงค์** เพื่อทราบผลของการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักที่มีต่อความสามารถในการตบในนักกีฬาแบดมินตัน

**วิธีการดำเนินวิจัย** กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตัน อายุระหว่าง 14 – 18 ปี ทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม ทำการฝึกซ้อมกีฬาแบดมินตันปกติ และกลุ่มทดลอง ทำการฝึกกีฬาแบดมินตันปกติร่วมกับเสริมโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบัก จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ ก่อนและหลังการได้รับการฝึก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการฝึกและระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีที่ $p<0.05$

**ผลการวิจัย**

1. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก แต่เฉพาะกลุ่มทดลองที่พบการเพิ่มขึ้นของความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

2. กลุ่มทดลองแสดงการเพิ่มขึ้นของแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งกล้ามเนื้อ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid ($p = 0.01$, 0.01 และ 0.02 ตามลำดับ)

**สรุปผลการวิจัย** โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อรอบสะบักเสริมการฝึกปกติสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก โดยพบว่ากลุ่มทดลองมีการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อรอบสะบักมากกว่ากลุ่มควบคุม และมีการเพิ่มของความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบได้อย่างมีนัยสำคัญ

**คำสำคัญ:** กล้ามเนื้อรอบสะบัก/ลูกตบ/การฝึกด้วยน้ำหนัก/นักกีฬาแบดมินตัน

Corresponding Author: อาจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ E-mail: nongnapas.C@chula.ac.th

# EFFECTS OF SCAPULAR MUSCLES TRAINING ON RACKET VELOCITY DURING SMASH IN BADMINTON PLAYERS

**Sirusa Tirapakorn[1], Duangporn Benjanarasut[2] and Nongnapas Charoenpanich[1]**

[1]Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

[2]Physical Therapy Faculty, Huachiewchalermprakiet University

**Abstract**

**Purpose** The purpose of this research was to study the scapular muscle training program effect to smash performance in badminton athletes.

**Methods** The sample consisted of 16 badminton players between the ages of 14-18, both males and females, divided into 2 groups, 8 persons each group. The control group practicing regular badminton whereas the experimental group perform regular badminton training together with supplementing the scapula muscle training program for 3 days per week for 6 weeks. Test the strength of the scapula muscles, shoulder angular velocity and the badminton racket velocity before and after trained. Compare the average and Standard deviation before and after training and between groups by testing the t values. The level of statistically significant difference for analyses was set at $p < 0.05$.

**Results**

1. Both the experimental group and the control group significant increase in the strength of the scapula muscles but only the experimental group found a significant increase in the badminton racket velocity.

2. The experimental group showed a significant increase in the strength of the scapula muscles in both Middle trapezius, Lower trapezius and Rhomboid muscles ($p = 0.01$, 0.01 and 0.02 respectively).

**Conclusion** The scapular muscle training program enhance the strength of the scapular muscle strength. It was found that the experimental group had more muscle growth around the scapular than the control group. Moreover there is a significant increase in the badminton racket velocity.

**Key Words:** Scapular muscle/Smash/Weight Training/Badminton athletes

Corresponding Author: Nongnapas Charoenpanich, Ph.D., Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; E-mail: nongnapas.C@chula.ac.th

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

แบดมินตันเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีการจัดการแข่งขันทั้งในประเทศและต่างประเทศอยู่ตลอดทั้งปี มีลักษณะเป็นกีฬาที่ใช้ไม้ในการเล่น มีจำนวนผู้เล่น 2 คน หรือ 4 คน โดยมีลักษณะโดดเด่นด้วยระยะเวลาของเกมที่สั้นและมีความรุนแรงสูง (Phomsoupha & Laffaye, 2015) ลักษณะการตีลูกในกีฬาแบดมินตันแบ่งออกเป็น 4 จำพวกใหญ่ ๆ คือ ลูกโยน ลูกตบ ลูกดาด และลูกหยอด ลักษณะการตีลูกแต่ละจำพวกที่กล่าวมานี้ จะมีวิธีการตี การวางเท้าฟุตเวิร์ค และจังหวะการตีลูกที่แตกต่างกัน (Suttirak Nasome, 2013)

ลูกตบ เป็นการตีลูกที่สำคัญ โดยลูกจะถูกตีจากเบื้องสูง และกดลงสู่เป้าหมายพุ่งลงสู่พื้นในวิถีตรงที่รุนแรง และรวดเร็ว เป็นลูกที่พุ่งไปสู่เป้าหมายด้วยความเร็วที่สูงกว่าการตีลูกอื่น ๆ และใช้บีบบังคับให้คู่ต่อสู้ต้องตกเป็นฝ่ายรับ ในเกมแบดมินตันลูกตบเป็นลูกที่ส่วนใหญ่ใช้ในการเอาชนะคู่ต่อสู้โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 53.9 ของจังหวะการเอาชนะคู่ต่อสู้ทั้งหมด (Tong & Hong, 2000) การตบลูกสามารถทำคะแนนได้โดยตรงหรือทำให้ฝ่ายตรงข้ามตกเป็นผู้รับ ดังนั้นเทคนิคการตบลูกจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเทคนิคอื่น ๆ ในการโจมตี เพราะสามารถทำคะแนนได้โดยตรง สร้างโอกาสที่ดีในการทำคะแนน ยับยั้งการโจมตีของฝ่ายตรงข้าม และเปลี่ยนสถานการณ์จากฝ่ายรับเป็นฝ่ายรุก (Dai, 2009) พลังและความเร็วของการตบลูกในกีฬาแบดมินตันเป็นอาวุธที่รุนแรง ดังนั้นเพื่อให้ผลการแข่งขันเป็นที่น่าพอใจ นักกีฬาจำเป็นต้องตบลูกด้วยความเร็วสูง (Sakurai & Ohtsuki, 2000)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการตบลูก ได้แก่ ท่าทาง การยืน ความเร็วในการแกว่งไม้แบดมินตัน ความสูงของการกระโดด มุมของหัวไม้ ความตึงของตาข่าย และการจับไม้แบดมินตัน (Zhao, 2007) ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นส่งผลต่อความเร็วหัวไม้ขณะกระแทกลูกขนไก่ และเนื่องจากความเร็วของลูกขนไก่ไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้ในขณะที่ลอยบนอากาศ ดังนั้นความเร็วของหัวไม้ที่กระแทกจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการกำหนดความเร็วหลังจากการตีลูกขนไก่

การแข่งขันกีฬาแบดมินตันต้องการผู้เล่นที่มีคุณสมบัติหลากหลาย รวมทั้งเทคนิคที่ยอดเยี่ยม ความยืดหยุ่น ความคล่องตัว และระบบพลังงานทั้งแอโรบิคและแอนแอโรบิค นอกจากนี้ทักษะที่สำคัญของนักกีฬาแบดมินตัน คือ การตบลูกที่มีความเร็วสูง และมีความแม่นยำ (Lo & Stark, 1991) และในนักกีฬาแบดมินตันที่ชำนาญจะทำการเคลื่อนไหวหัวไม้ที่มีความเร็วสูงได้มากกว่านักกีฬาที่ไม่ชำนาญ (Seki, 1983) การสร้างความเร็วหัวไม้ให้มีความเร็วสูงเกิดจากการเคลื่อนไหวของส่วนแขนที่มีการทำงานเชื่อมโยงกัน และอาศัยปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลายด้าน ในกีฬาเทนนิสได้มีการศึกษาเกี่ยวปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเร็วในการเสิร์ฟลูกเทนนิส โดย โคเฮน, มอนท์, แคมป์เบล, โวเกิลสติน และโลย (Cohen, Mont, Campbell, Vogelstein, & Loewy, 1994) ได้แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการเสิร์ฟลูกเทนนิสมากกว่าความยืดหยุ่นในนักกีฬาเทนนิสระดับแข่งขัน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเสิร์ฟกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมุนข้อไหล่เข้าในการหดตัว (Concentric) ที่ความเร็วต่ำ (60 องศาต่อวินาที) และที่ความเร็วสูง (180 องศาต่อวินาที) ($r = 0.372$ และ $0.335$ ตามลำดับ) และความเร็วในการเสิร์ฟมีความสัมพันธ์กับองศาการหมุนของไหล่เข้าด้านใน ($r = 0.306$) ซึ่งสอดคล้องกับ ซากุไร และโอสุกิ (Sakurai & Ohtsuki, 2000) พบว่าในนักกีฬาที่มีความชำนาญจะมีความแม่นยำที่สูงกว่าในการตบลูกให้ตรงเป้าหมายและยังสามารถควบคุมการทำงานของ

กล้ามเนื้อแขนได้ดีกว่านักกีฬาที่ไม่ชำนาญ ทั้งในขณะที่ช่วงหน้าไม้กระทบลูกขนไก่และในช่วงชะลอของแขน นอกจากนี้ระยะเวลาของการทำงานของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพในการตบดีขึ้น

การตบลูกขนไก่เป็นการเคลื่อนไหวที่มีความเร็วสูง ซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยตั้งใจเพียงปัจจัยเดียวได้ เกรซซี่ออส, กิซซิส, โซลูร็อบโปเลส, นิโคไลดิส และซูลิส (Grezios, Gissis, Sotiropoulos, Nikolaidis, & Souglis, 2006) ได้กล่าวว่า การทำงานของกล้ามเนื้อในช่วงนี้แสดงออกถึงอิทธิพลของการสะสมพลังงานความยืดหยุ่นในการหดตัว ซึ่งสอดคล้องกับ มุลเลอร์ (Mueller, 1987) ได้แสดงให้เห็นว่าในการเคลื่อนไหวช่วงเริ่มต้นของการพุ่งแหลน กล้ามเนื้อทางด้านหน้าจะถูกยืดออกเพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อทางด้านหลัง ดังนั้นการตบลูกขนไก่ให้ได้ความเร็วสูงจะเกิดขึ้นจากการหดตัวด้วยความเร็วสูง (การระเบิดพลัง) ของกล้ามเนื้อด้านหน้าหัวไหล่และหน้าอก ซึ่งการหดตัวด้วยความเร็วสูงที่มากกว่าปกตินั้นเกิดจากการสะสมพลังงานจากการถูกยืดออก ซึ่งเราเรียกวงจรที่เกิดขึ้นนี้ว่า วงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นเข้า (Stretch Shortening Cycle, SSC) โดยความเร็วจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสามารถของการระดมประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อ (Grezios et al., 2006)

การขว้างที่มีประสิทธิภาพเกิดจากการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ที่ต้องได้รับการสนับสนุนจากกระดูกสะบัก บทบาทของกระดูกสะบักในการขว้างและเสิร์ฟลูกแบ่งออกได้เป็น 5 บทบาท (B. Kibler, 1998) ซึ่งบทบาทที่สำคัญต่อการขว้างและเสิร์ฟลูกคือ การเคลื่อนที่เข้าหาและออกจากแกนกลางลำตัว (Retraction and Protraction) การง้างมือที่มีประสิทธิภาพเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อทางด้านหน้ามีการเปลี่ยนแปลงระยะการหดตัว จากการหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) แล้วค่อยหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric contraction) ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อด้านหลังจะหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric contraction) แล้วค่อยหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) (Fleisig GS, 1994) ท่าทางนี้ถูกเรียกว่า “full tank of energy” เพราะมันช่วยให้เกิดระยะการระเบิดเพื่อเร่งความเร็วขณะขว้างหรือเสิร์ฟลูก ในระยะการเร่ง กระดูกสะบักต้องเคลื่อนที่ออกห่างจากแกนกลางลำตัวออกไปทางด้านข้าง และจะรักษาตำแหน่งให้สัมพันธ์กับกระดูกต้นแขนและยังทำหน้าที่กระจายแรงขณะชะลอตัว (Pink & Perry, 1996) นอกจากนี้การเคลื่อนของกระดูกสะบักเข้าหาลำตัว (Scapular retraction) ที่มากขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการกางข้อไหล่และหมุนข้อไหล่ออกทำได้เต็มที่มากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการพัฒนาความเร็ว (W. B. Kibler et al., 2013) โดยกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ดึงกระดูกสะบักให้เคลื่อนเข้าหาลำตัวได้แก่ กล้ามเนื้อ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid (Fennell, Phadke, Mochizuki, Ismail, & Boulias, 2016) นอกจากนี้กระดูกสะบักเป็นหัวใจสำคัญในการถ่ายโอนแรงและพลังงานจากส่วนขาหลัง และลำตัว และส่งมอบพลังงานและแรงให้ส่วนแขนและมือ (Kennedy, 1993) แรงที่สร้างขึ้นจะถูกถ่ายโอนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งถูกควบคุมโดยกระดูกสะบัก ดังนั้นความมั่นคงของกระดูกสะบักมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของแขนทุกทิศทางและเป็นจุดสำคัญของลำดับในการขว้าง (B. Kibler, 1998)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมุนข้อไหล่เข้าและออกมีผลต่อความเร็วในการขว้างลูกเบสบอล หรือการเสิร์ฟลูกเทนนิส วู้ดเด้น และคณะ (Wooden et al., 1992) พบว่าความเร็วในการขว้างลูกเบสบอลและแรงในการหมุนข้อไหล่ออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากการฝึกเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมุนข้อไหล่เข้าและออก ไทร์เบอร์, ล็อท, ดันแคน, สเลเวน และ เดวิส (Treiber, Lott, Duncan, Slavens, & Davis, 1998) พบว่าความเร็วสูงสุด และความเร็วเฉลี่ยในการเสิร์ฟลูกเทนนิสเพิ่มขึ้นอย่างมากในกลุ่มที่ได้รับการฝึกเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมุนข้อไหล่เข้าและออกด้วยยางยืดและดัมเบลน้ำหนักเบา เช่นเดียวกันกับ เฟอร์นันเด และ แอลเลนแบ็กเกอร์ (Fernandez-Fernandez & Ellenbecker, 2013) พบว่าความเร็วในการเสิร์ฟลูกเทนนิสและช่วงการเคลื่อนไหวของการหมุนข้อไหล่เข้าและออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ได้รับการฝึก และในกีฬาแบดมินตันมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมุนข้อไหล่เข้ากับความเร็วหัวไม้ขณะตบลูก โดย อวาตานิ, โมริกิตะ, ยูราตะ, ชิโนฮาระ และ ทัสซุมิ (Awatani, Morikita, Urata, Shinohara, & Tatsumi, 2018) พบว่าแรงของกล้ามเนื้อหมุนข้อไหล่เข้าในขณะกางแขนร่วมกับหมุนออก (Shoulder abducted external rotation position) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเร็วหัวไม้ ($r = 0.652$)

จากงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมาจะให้ความสำคัญกับการเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อด้านหน้าข้อไหล่ แต่จากหลักการของวงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นเข้า (Stretch Shortening Cycle, SSC) กล่าวได้ว่า การเพิ่มความเร็วในการตบลูกเกิดจากการสะสมพลังงานของกล้ามเนื้อด้านหน้าข้อไหล่ ดังนั้นนอกจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหน้าแล้ว หากกล้ามเนื้อรอบสะบักมีความแข็งแรงมากขึ้น จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระเบิดพลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการตบได้มากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักที่มีต่อความสามารถในการตบในนักกีฬาแบดมินตันเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันในท่าตบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อทราบผลของการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักที่มีต่อความสามารถในการตบในนักกีฬาแบดมินตัน

**สมมุติฐานของการวิจัย**

การฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักส่งผลให้ความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบในนักกีฬาแบดมินตันเพิ่มขึ้น

**วิธีดำเนินการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาอนุมัติในด้านจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามโครงการวิจัยที่ 083.1/62 ลงวันที่ 13 มิถุนายน 2562 กลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมงานวิจัยทราบรายละเอียด วิธีการปฏิบัติในการรวบรวมข้อมูล รวมทั้งได้รับการยินยอมให้เข้าร่วมการวิจัย และกลุ่มตัวอย่างได้มีการลงนามแสดงความยินยิมเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาแบดมินตันเยาวชน อายุระหว่าง 14 – 18 ปี จำนวน 16 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบัก ทำการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 ขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.8 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออกของผู้เข้าร่วมวิจัย ดังนี้

**เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย**

1. นักกีฬาแบดมินตัน อายุระหว่าง 14 – 18 ปี ทั้งเพศชายและหญิง

2. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บข้อไหล่ของแขนด้านที่จับไม้แบดมินตันระดับที่ต้องพบแพทย์ ภายในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา โดยเคลื่อนไหวข้อไหล่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว

3. ไม่เคยมีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงของข้อไหล่จนกระทั่งต้องได้รับการผ่าตัด

4. เข้ารับการฝึกซ้อมแบดมินตันเป็นประจำอย่างน้อย 4 วันต่อสัปดาห์

5. ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

**เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากการวิจัย**

1. บอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัย

2. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถร่วมการวิจัยได้ เช่น มีอาการป่วย เกิดอุบัติเหตุ หรือผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดการบาดเจ็บก่อนการประเมิน เป็นต้น

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องมาประเมินก่อนและหลังได้รับการฝึก และเข้ารับการฝึกอย่างน้อย 80% (จำนวน15 ครั้ง) ของโปรแกรมการฝึก

4. มีโปรแกรมการแข่งขันในช่วงที่เข้ารับการฝึก หรือมีเหตุที่ต้องทำให้เปลี่ยนแปลงโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาแบดมินตันที่ได้รับตามปกติ

5. เข้ารับโปรแกรมการฝึกเสริม การออกกำลังกาย หรือกีฬาอื่น ๆ ในช่วงอยู่ในโครงการเป็นประจำ มากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์

**ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย**

ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาโปรแกรมจากหลักการ ทฤษฎี และวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบการฝึกเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก นำโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจแก้ไขและปรับปรุงเพื่อให้มีความเหมาะสมมากขึ้น (ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.85) นำโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขและปรับปรุงเพื่อให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

3. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออก จำนวน 20 คน และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ ก่อนและหลังการฝึก ผู้วิจัยดำเนินการฝึกโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน สถานที่ที่เข้ารับการฝึกได้แก่ สถานที่ฝึกซ้อมของโรงเรียนต้นสังกัดของผู้เข้าร่วมวิจัย และผู้ควบคุมโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบัก ได้แก่ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน และผู้ควบคุมโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาแบดมินตันตามปกติ ได้แก่ ผู้ฝึกสอนนักกีฬา ซึ่งดำเนินการฝึกซ้อมโดยผู้ฝึกสอนคนเดียวกันทั้งสองโรงเรียนต้นสังกัด

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ

2. นำค่าที่ได้มาหาการเปรียบเทียบของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ ก่อนและหลังการฝึก โดยใช้สถิติทดสอบแบบที (Paired t–test) และเปรียบเทียบความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก

ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ โดยใช้สถิติทดสอบแบบที (Independent t–test)

3. นำเสนอข้อมูลในรูปตารางประกอบความเรียง

4. ในงานวิจัยครั้งนี้กำหนดระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**ผลการวิจัย**

**ตารางที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย

| คุณสมบัติทั่วไป | กลุ่มทดลอง (n = 8) (mean ± S.D.) | กลุ่มควบคุม (n = 8) (mean ± S.D.) | p |
|---|---|---|---|
| อายุ (ปี) | 16.13±1.36 | 15.88±1.46 | 0.728 |
| น้ำหนัก (กิโลกรัม) | 60.63±11.77 | 58.38±4.87 | 0.625 |
| ส่วนสูง (เซนติเมตร) | 168.44±8.39 | 167.25±4.62 | 0.731 |

**ตารางที่ 2** แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ ก่อนและหลังการฝึก

| รูปแบบการทดสอบ | กลุ่มทดลอง | | p | กลุ่มควบคุม | | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ก่อน (mean ± S.D.) | หลัง (mean ± S.D.) | | ก่อน (mean ± S.D.) | หลัง (mean ± S.D.) | |
| ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว) | | | | | | |
| - Middle trapezius | 0.09±0.01 | 0.15±0.03 | 0.001* | 0.09±0.01 | 0.11±0.03 | 0.007* |
| - Lower trapezius | 0.09±0.02 | 0.14±0.02 | 0.000* | 0.08±0.01 | 0.11±0.02 | 0.000* |
| - Rhomboid | 0.1±0.02 | 0.16±0.02 | 0.000* | 0.07±0.02 | 0.1±0.01 | 0.007* |
| ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ (องศาต่อวินาที) | 346.64±95.91 | 352.86±90.96 | 0.771 | 376.31±94.06 | 361.48±67.77 | 0.487 |
| ความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง) | 137.03±8.67 | 143.8±11.78 | 0.018* | 144.31±11.59 | 139.56±11.82 | 0.464 |

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

**ตารางที่ 3** แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

| รูปแบบการทดสอบ | กลุ่มทดลอง (mean ± S.D.) | กลุ่มควบคุม (mean ± S.D.) | p |
|---|---|---|---|
| ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว) | | | |
| - Middle trapezius | 0.06±0.03 | 0.02±0.01 | 0.01* |
| - Lower trapezius | 0.05±0.02 | 0.03±0.02 | 0.01* |
| - Rhomboid | 0.06±0.03 | 0.03±0.01 | 0.02* |

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เท่ากับ 16.13±1.36 และ 15.88±1.46 ปี น้ำหนักในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เท่ากับ 60.63±11.77 และ 58.38±4.87 กิโลกรัม และส่วนสูงในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เท่ากับ 168.44±8.39 และ 167.25±4.62 เซนติเมตร ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแสดงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ได้แก่ กล้ามเนื้อ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid ที่ค่า p = 0.001, 0.000 และ 0.000 ในกลุ่มทดลอง และ p = 0.007, 0.000 และ 0.007 ในกลุ่มควบคุม ตามลำดับ และพบการเพิ่มขึ้นหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญของความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบเฉพาะกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.018) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ทั้ง 2 กลุ่ม

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มทดลองมีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักทั้งกล้ามเนื้อ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.01, 0.01 และ 0.02 ตามลำดับ) แม้ว่าความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบหลังการฝึกของกลุ่มทดลองแสดงค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ของกลุ่มควบคุมแสดงค่าที่ลดลง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

**อภิปรายผลการวิจัย**

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักกีฬาแบดมินตันทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 14 – 18 ปี จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ กลุ่มละ 10 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม ทำการฝึกซ้อมกีฬาแบดมินตันปกติ และกลุ่มทดลอง ทำการฝึกกีฬาแบดมินตันปกติร่วมกับเสริมโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบัก จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่ามีผู้เข้าร่วมวิจัย 4 คน ขอถอนตัวออกจากงานวิจัย โดยเป็นผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มทดลองจำนวน 2 คน

ด้วยสาเหตุไม่สามารถมาเข้าร่วมการฝึกได้ตามวันและเวลาที่กำหนด เนื่องจากติดเรียนและเข้าค่าย และเป็นผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มควบคุม จำนวน 2 คน ด้วยสาเหตุไม่สามารถมาเข้าร่วมทดสอบภายหลังการฝึก 6 สัปดาห์ได้ เนื่องจากติดสอบและเดินทางไปต่างจังหวัด จึงเหลือผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด จำนวน 16 คน ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ และความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบก่อนและหลังการฝึก นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนและหลังการฝึก และระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีที่ $p<0.05$

จากคุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงใกล้เคียงกัน และจากเกณฑ์การคัดเข้าพบว่าได้รับการฝึกในโปรแกรมปกติที่ใกล้เคียงกัน จึงนำผลการทดสอบของทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ทั้งกล้ามเนื้อ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid ทั้ง 2 กลุ่ม แสดงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นโปรแกรมการฝึกที่ทั้ง 2 กลุ่มได้รับ จึงน่าจะสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักทั้ง 3 มัดได้ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์โปรแกรมการฝึกปกติ พบว่าโปรแกรมการฝึกซ้อมแบดมินตันที่นักกีฬาได้รับมีการฝึกทักษะการตบ โดยผู้ฝึกสอนจะทำการตีลูกขนไก่ข้ามตาข่ายเพื่อให้นักกีฬาทำการตบลูกกลับไป ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อไหล่และกล้ามเนื้อรอบสะบักจึงได้รับการฝึก เนื่องจากในระยะเตรียมตบแขนข้างที่ถือไม้แบดมินตันจะเคลื่อนไปทางด้านหลังและด้านข้าง และกระดูกสะบักจะเคลื่อนที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของกระดูกต้นแขน โดยกล้ามเนื้อ Serratus anterior และ Upper trapezius ทำหน้าที่เคลื่อนกระดูกสะบักยกขึ้น (Upward) หมุนออก (External rotation) และหงายไปด้านหลัง (Posterior tilt) (Brahms, 2014) ร่วมกับกล้ามเนื้อ Rhomboid และ Middle Trapezius ทำหน้าที่เคลื่อนกระดูกสะบักเข้าหาแกนกลางลำตัว (Retraction) (Moore, Dalley, & Agur, 2013) ต่อมากล้ามเนื้อ Lower trapezius จะทำงานเพื่อให้ความมั่นคงกับกระดูกสะบัก ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงของกล้ามเนื้อพยุงข้อไหล่ (Rotator cuff) เมื่อกระดูกสะบักหมุนประมาณ 45 องศาถึง 60 องศา ในช่วงท้ายของระยะเตรียมตบ กล้ามเนื้อ Lower trapezius จะมีประสิทธิภาพในการทำงานเพื่อทำการยกปุ่มกระดูกสะบักขึ้นอย่างต่อเนื่องและควบคุมการหมุนเข้า (Internal rotation) ขณะกำลังกางแขน เพื่อลดการถูกกดของเอ็นกล้ามเนื้อพยุงข้อไหล่ (Pink & Perry, 1996) จากโปรแกรมการฝึกดังกล่าว จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อรอบข้อสะบักของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้ง 2 กลุ่มแสดงความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 3 มัด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงพบว่า กลุ่มทดลองแสดงการเพิ่มขึ้นของแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อรอบสะบักเสริมโปรแกรมการฝึกปกติสามารถเพิ่มความแข็งของของกล้ามเนื้อรอบสะบักได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจากการพิจารณาท่าทางการฝึกพบว่าการฝึกกล้ามเนื้อ Middle trapezius ด้วยท่ากางแขน หมุนข้อไหล่ออก และข้อศอกเหยียดตรง สามารถกระตุ้นให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อ Middle trapezius และการฝึกกล้ามเนื้อ Rhomboid ด้วยท่า Row โดยลักษณะแขนอยู่ข้างลำตัว งอข้อศอก 90 องศา และเคลื่อนข้อศอกไปด้านหลัง สามารถกระตุ้นให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อ Rhomboid ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฟินเนิล และคณะ (Fennell et al., 2016)

ที่เสนอแนะท่าออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหุบสะบักในผู้ป่วยโรคเอ็นข้อไหล่ถูกกดทับ และการฝึกกล้ามเนื้อ Lower trapezius ด้วยท่า Quadruped shoulder flexion โดยเริ่มต้นด้วยท่าตั้งคลาน จากนั้นทำการยกแขนขึ้นด้านหน้า ร่วมกับหมุนข้อไหล่ออก และข้อศอกเหยียดตรง สามารถกระตุ้นให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อ Lower trapezius สอดคล้องกับงานวิจัยของ ซูรูกก์ และแอลเลนแบ็กเกอร์ (Tsuruike & Ellenbecker, 2015) ที่ได้ทำการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ Serratus anterior และ Lower trapezius ขณะออกกำลังกายกล้ามเนื้อสะบักแบบ Isotonic และ Isometric contraction

จากการเพิ่มขึ้นของแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักบนพื้นฐานของหลักการการสะสมพลังงานจากการถูกยืดออก ที่เรียกว่าวงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นเข้า (Stretch Shortening Cycle, SSC) (Grezios et al., 2006) จึงคาดว่า เนื่องจากกล้ามเนื้อรอบสะบักทำงานในระยะเตรียมตบเพื่อสนับสนุนการง้างมือให้มีประสิทธิภาพ โดยกระดูกสะบักจะเคลื่อนที่เข้าหาแกนกลางลำตัวในขณะที่แขนจะยกขึ้นและเคลื่อนที่ไปด้านหลังโดยกล้ามเนื้อ Deltoid ทำหน้าที่ในช่วงแรกของการเคลื่อนไหว จากนั้นกล้ามเนื้อ Extensor carpi radialis และ Biceps จะทำงานเพื่อดึงไม้แบดมินตันไปด้านหลังและกดลง (Tsai, Huang, & Chang, 2005) กล้ามเนื้อด้านหน้าข้อไหล่จะมีการหดตัวแบบยืดยาวออกแล้วค่อยหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Fleisig GS, 1994) ทำให้เกิดการระเบิดเพื่อเร่งความเร็วในการขว้างหรือเสิร์ฟลูก (B. Kibler, 1998) และในระยะต่อมา เรียกว่าระยะเร่ง ในระยะนี้แขนจะยกขึ้นและเคลื่อนที่ไปด้านหน้า โดยกล้ามเนื้อ Pectoralis Major ทำหน้าที่ยกแขนขึ้นแกว่งมาด้านหน้า ต่อมาก่อนที่ลูกขนไก่จะกระทบหน้าไม้ กล้ามเนื้อ Triceps และ Flexor carpi ulnaris จะหดตัวเพื่อเหวี่ยงไม้ขึ้น กล้ามเนื้อ Biceps, Extensor carpi radialis และ Deltoid ทำหน้าที่ควบคุมให้แขนท่อนบนนิ่งอยู่กับที่ (Tsai et al., 2005) ส่วนกล้ามเนื้อรอบสะบักจะทำหน้าที่ยกปุ่มกระดูกหัวไหล่ (Acromion) ให้พ้นจากเส้นเอ็นหุ้มข้อไหล่เพื่อลดการเสียดสี และการเกิดแรงกดอัดบริเวณแนวโค้งคอราโคอโครเมียล (Coracoacromial) และให้ความมั่นคงกับกล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่โดยรอบกระดูกสะบัก (B. Kibler, 1998) การเคลื่อนไหวของข้อไหล่ขณะตบลูกจึงน่าจะมีความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม จากผลงานวิจัยนี้ พบว่าความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ กระนั้นก็ตาม พบว่าความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบเฉพาะกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นอาจเกิดได้จากที่ว่า กล้ามเนื้อรอบสะบักจะทำงานมากในช่วงระยะเตรียมตบ ซึ่งเป็นระยะที่แขนมีการยกขึ้นและเคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง แต่การเคลื่อนไหวแขนมาทางด้านหน้าในท่าตบลูกต้องอาศัยความแข็งแรงต้องกล้ามเนื้อด้านหน้าข้อไหล่ ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักที่ทำหน้าที่ยกแขนขึ้นแกว่งมาด้านหน้า ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักที่เพิ่มขึ้นไม่เพียงพอที่จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ในช่วงแกว่งแขนมาทางด้านหน้า อย่างไรก็ตามในกลุ่มทดลองพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ถึงแม้อาจไม่เพียงพอต่อการเพิ่มความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ แต่น่าจะสามารถช่วยให้มีการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมต่อการควบคุมความเร็วของไม้แบดมินตัน ซึ่งการควบคุมการเคลื่อนไหวของไม้แบดมินตันเกิดจากความเร็วหรือกำลังกล้ามเนื้อที่ควบคุมการสะบัดข้อมือ ซึ่งเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ Triceps และ Flexor carpi ulnaris (Tsai et al., 2005)

จากการเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักที่พบว่า ในกลุ่มทดลองมีการเพิ่มขึ้นของแรงของกล้ามเนื้อมากกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงน่าจะกล่าวได้ว่าการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบัก ได้แก่ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid ถึงแม้จะไม่สามารถเพิ่มความเร็วเชิงมุมของข้อไหล่ขณะตบลูกแบดมินตันได้ แต่การฝึกเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบสะบักที่มากพอน่าจะสามารถเสริมการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนปลายแขนในการเพิ่มความเร็วของไม้แบดมินตันขณะตบลูกได้อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อวิเคราะห์ถึงการทำงานของกล้ามเนื้อรอบสะบักขณะตบ พบว่านอกจากการทำงานกล้ามเนื้อ Middle trapezius, Lower trapezius และ Rhomboid ยังมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Serratus anterior และ Upper trapezius อีกด้วย (Brahms, 2014) ดังนั้นการฝึกเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะบักจึงควรฝึกเสริมให้ครอบคลุมกล้ามเนื้อรอบสะบักในทุกการเคลื่อนไหวให้มีความแข็งแรงมากขึ้นกว่าการฝึกจากโปรแกรมปกติ จึงน่าจะเพียงพอต่อการเพิ่มสมรรถภาพในการตบลูกแบดมินตันได้อย่างมีนัยสำคัญ

**เอกสารอ้างอิง**

Awatani, T., Morikita, I., Urata, T., Shinohara, J., & Tatsumi, Y. (2018). Correlation between isometric shoulder strength and racket velocity during badminton forehand smash movements: study of valid clinical assessment methods. *Journal of physical therapy science, 30*(6), 850-854.

Brahms, B.-V. (2014). *Badminton Handbook: Training, Tactics, Competition*: Meyer & Meyer Verlag.

Cohen, D. B., Mont, M. A., Campbell, K. R., Vogelstein, B. N., & Loewy, J. W. (1994). Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *The American journal of sports medicine, 22*(6), 746-750.

Dai, J., Zhong, J. P., & Wu, X. Q. (2009). *The training of badminton smash techniques* (Vol. 6): China School Physical Education.

Fennell, J., Phadke, C. P., Mochizuki, G., Ismail, F., & Boulias, C. (2016). Shoulder retractor strengthening exercise to minimize rhomboid muscle activity and subacromial impingement. *Physiotherapy Canada, 68*(1), 24-28.

Fernandez-Fernandez, J., & Ellenbecker, T. (2013). Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *Journal of sports science medicine, 12*(2), 232.

Fleisig GS, D. C., Andrews JR. (1994). *Biomechanics of the shoulder during throwing*. New York: Churchill Livingstone.

Grezios, A. K., Gissis, I. T., Sotiropoulos, A. A., Nikolaidis, D. V., & Souglis, A. G. (2006). Muscle-contraction properties in overarm throwing movements. *The Journal of Strength Conditioning Research, 20*(1), 117-123.

Kennedy, K. (1993). Rehabilitation of the unstable shoulder. *Oper Techniq Sports Med, 1*, 311-324.

Kibler, B. (1998). The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine, 26*(2), 325-337.

Kibler, W. B., Ludewig, P. M., McClure, P. W., Michener, L. A., Bak, K., & Sciascia, A. D. (2013). Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'. *Br J Sports Med, 47*(14), 877-885.

Lo, D., & Stark, K. (1991). Sports performance series: The badminton overhead shot. *Strength Conditioning Journal, 13*(4), 6-15.

Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. (2013). *Clinically oriented anatomy*: Lippincott Williams & Wilkins.

Mueller, K. (1987). *Statische und dynamische Muskelkraft*. Frankfurt, Germany: Harri Deutsch.

Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015). The science of badminton: game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports medicine, 45*(4), 473-495.

Pink, M., & Perry, J. (1996). Biomechanics of the shoulder. *Operative techniques in upper extremity sports injuries. St. Louis: Mosby*.

Sakurai, S., & Ohtsuki, T. (2000). Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. *Journal of sports sciences, 18*(11), 901-914.

Seki, K. (1983). Movement analysis of badminton. *Bull Waseda Univ, 15*, 103-106.

Suttirak Nasome, A. S., Suebsai Boonveerabut (2013). The effect of Imagery and Modeling on Accuracy In Badminton Drop Shot. *Faculty of Physical Education, 1*, 35-43.

Tong, Y.-M., & Hong, Y. (2000). *The playing pattern of world's top single badminton players.* Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.

Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *The American journal of sports medicine, 26*(4), 510-515.

Tsai, C.-L., Huang, K.-S., & Chang, S.-S. (2005). *Biomechanical analysis of emg activity between badminton smash and drop shot.* Paper presented at the The XXth Congress of the International Society of Biomechanics Proceeding.

Tsuruike, M., & Ellenbecker, T. S. (2015). Serratus anterior and lower trapezius muscle activities during multi-joint isotonic scapular exercises and isometric contractions. *Journal of athletic training, 50*(2), 199-210.

Wooden, M. J., Greenfield, B., Johanson, M., Litzelman, L., Mundrane, M., & Donatelli, R. A. (1992). Effects of strength training on throwing velocity and shoulder muscle performance in teenage baseball players. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy, 15*(5), 223-228.

Zhao, X. (2007). Badmintonn: A course book in English-Chinese. *Xiangtan, China*.