

# EFFECT OF WEIGHT TRAINING ON HAMSTRINGS TO QUADRICEPS PEAK TORQUE RATIO IN THAI FEMALE NATIONAL VOLLEYBALL PLAYERS

Arom TREERAJ\* and Tavorn KAMUTSRI

*College of Sport Science and Technology, Mahidol University, Nakhon Prathom, THAILAND*

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of weight training on hamstrings to quadriceps peak torque ratio in Thai female national volleyball players. This project was approved by the Mahidol University Central Institutional Review Board (MU-CIRB) protocol No. 2018/152.3107. Fourteen female national volleyball players (averaged age:  $29.71 \pm 5.44$  y; height:  $173.71 \pm 6.92$  cm; mass:  $68.00 \pm 7.86$  kg; and BMI:  $22.44 \pm 1.82$  kg/M<sup>2</sup>) were evaluated using an isokinetic dynamometer at angular velocities of  $60^\circ\text{s}^{-1}$  and  $180^\circ\text{s}^{-1}$  before and after training 6 weeks. The participants performed their routine volleyball training program with the addition of weight training 3 days per week for 6 weeks (total 18 sessions). The data were analyzed using a paired t-test to compare the differences of H:Q ratios between angular velocities in the right leg and left leg. The statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

**Results:** Mean of H:Q ratios values were higher ( $p < 0.05$ ) in the post test compared with the pre-test in both legs and both velocities, however the percentages of change H:Q ratios were not different ( $p > 0.05$ ) between pre test and post test in both legs and both velocities but it is a trend of increasing both legs. **Discussion:** The results suggest that the addition of a 6-week weight training program increases knee muscle extensor-flexor strength and muscle balance although does not significantly percentage change of H:Q ratio between pre-test and post test but found that the left leg increase more than right leg. The increase in knee muscle strength and balance may help improve balance performance in volleyball players. This is possibly due to neuromuscular adaptation; especially motor unit recruitment and motor neuron synchronization in fast-twitch muscle fibers (type IIb). **Conclusion:** Strength training may enhance peak torque performance and may improve balance for decrease injuries in Thai female national volleyball players after 6 weeks of training.

(Journal of Sports Science and Technology 2020; 20(2):40-53)

(Received: 13 May 2020, Revised: 17 August 2020, Accepted: 18 August 2020)

**KEY WORDS:** H:Q ratio / Weight training/ Muscle balance/ Female volleyball players

\*Corresponding author: Arom TREERAJ

College of Sport Science and Technology,

Mahidol University, Nakhon Prathom, THAILAND

E-mail: treeraj@hotmail.com

## ผลการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อค่าสัดส่วนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง ทีมชาติไทย

อารมย์ ตีรราช และ ถาวร กุมุทศรี

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์ :** การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อค่าสัดส่วนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง ทีมชาติไทย โดยโครงการวิจัยได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนชุดกลางมหาวิทยาลัยมหิดล เอกสารรับรองโครงการวิจัย(MU-CIRB) protocol No. 2018/152.3107 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง ทีมชาติไทย จำนวน 14 คน โดยมีลักษณะทางกายภาพดังนี้ อายุเฉลี่ย  $29.71 \pm 5.44$  ปี ส่วนสูง  $173.71 \pm 6.92$  เซนติเมตร น้ำหนัก  $68.00 \pm 7.86$  กิโลกรัม และดัชนีมวลกาย  $22.44 \pm 1.82$  กิโลกรัมต่อ เมตร<sup>2</sup> ทำการทดสอบประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อขาด้วยระบบไอโซคอนดิก ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาที ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทุกคน ทำการฝึกซ้อมวอลเลย์บอลตามโปรแกรมปกติ และทำการฝึกเสริมด้วยการฝึกยกน้ำหนัก โดยทำการฝึกเสริม 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (รวมทั้งหมด 18 มื้อ) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดสอบค่า t ที่ (paired t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสัดส่วนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างความเร็วเชิงมุมของขาขวาและขาซ้าย กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 **ผลการวิจัยพบว่า** ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า มีค่าสูงขึ้น ( $p < 0.05$ ) หลังการฝึกเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกของขาทั้งสองข้าง และที่ความเร็วเชิงมุมทั้งสองจุด อย่างไรก็ตามพบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละของค่าสัดส่วนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก ไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ทั้งสองขาและทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุมแต่มีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นของขาทั้งสองข้างและทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุม **อภิปรายผล :** จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้แนะนำว่า การฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกยกน้ำหนัก เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดและงอเข้า รวมทั้งความสมดุลของกล้ามเนื้อ ถึงแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกของค่าสัดส่วนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า แต่พบว่าขาซ้ายมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นดีกว่าขาขวา ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวเข่าและความสมดุลของกล้ามเนื้อขา น่าจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักกีฬาสามารถรักษาสถิตร่างกายนักกีฬา วอลเลย์บอล อาจเป็นไปได้เนื่องจากมีการปรับตัวของ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะการปรับการระดมพลังหน่วยยนต์ของประสาทและการประสานงานกันที่ตีเยี่ยมในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (type II<sub>b</sub>) **สรุปผลการวิจัย** การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออาจจะมีส่วนสำคัญในการเพิ่มการสร้างแรงสูงสุดและ ความสมดุล เพื่อลดการบาดเจ็บ ของนักกีฬา วอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทยหลังการฝึกครบ 6 สัปดาห์

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2563; 20(2):40-53)

**คำสำคัญ:** สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า/การฝึกยกน้ำหนัก/ ความสมดุลของกล้ามเนื้อ นักกีฬา วอลเลย์บอลหญิง

## บทนำ

สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (H:Q Ratios) มีความเกี่ยวข้องที่เฉพาะเจาะจงกับรูปแบบการเคลื่อนไหวรวมทั้งการบาดเจ็บของนักกีฬาเป็นอย่างมาก<sup>1</sup> และการทดสอบสมรรถภาพทางกายเฉพาะด้านของนักกีฬาเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถประเมินผลการฝึกซ้อมของนักกีฬาได้ โดยเฉพาะทางด้านพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มาจากการฝึกซ้อมด้วยวิธีการต่างๆโดยจะมีกระบวนการทดสอบหลายวิธีและการทดสอบประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติกเป็นวิธีการทดสอบที่ได้รับการยอมรับในการวัดและประเมินแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ โดยอาศัยการทำงานผ่านระบบข้อต่อกับกล้ามเนื้อที่ทำงานรอบข้อต่อนั้นๆ เช่น ข้อต่อหัวเข่า ที่สามารถทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ได้โดยมีข้อต่อหัวเข่าเป็นจุดหมุนในการทำงานเพื่อการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วคงที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว ทั้งนี้นอกจากจะทำการวัดและประเมินแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้วยังสามารถทราบค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้อีกด้วย<sup>2</sup> สอดคล้องกับ Magalhaes J. และคณะ กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากของการเล่นกีฬาทั้งนี้นอกจากจะช่วยส่งเสริมให้นักกีฬาแสดงศักยภาพได้สูงสุดแล้วยังสามารถป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นจากการแข่งขันกีฬาได้อีกด้วย<sup>3</sup> โดยทั่วไปแล้ว ค่า H:Q ratios จะบ่งชี้ถึงความสมดุลของกล้ามเนื้อ ถ้าค่า H:Q ratios ที่วัดออกมาได้นั้น ต่ำกว่า ร้อยละ 60 แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะนำไปสู่การบาดเจ็บของ เอ็นไขว้หน้าหัวเข่าโดย ค่า H:Q ratios สามารถแสดงถึงความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังกับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้อีกด้วย<sup>4</sup> สอดคล้องกับ Roy T.H. และคณะ กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการป้องกันและการฟื้นฟูสภาพร่างกายจากการบาดเจ็บในการเล่นกีฬาคือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาโดยเฉพาะความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อขาแล้วยังมีโอกาที่จะเกิดการบาดเจ็บขึ้นในขณะที่ทำการแข่งขันกีฬา<sup>5</sup>

ทั้งนี้ Vladan Milic และคณะพบว่า การฝึกด้วยพลัยโอเมตริกสามารถเพิ่มขีดความสามารถด้านพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาวอลเลย์บอล ทั้งการกระโดดขาเดียวและสองขาพร้อมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>6</sup> รวมทั้ง Magalhaes J. และคณะ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังกับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างนักกีฬาวอลเลย์บอลกับนักกีฬาฟุตบอลที่ความเร็ว 90 องศาต่อวินาที<sup>3</sup> ซึ่งสรุปได้ว่า กีฬาแต่ละชนิดและแต่ละตำแหน่งนั้นมีความต้องการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจง ในขณะที่ Bamac B. และคณะ ได้ศึกษาพบว่า ค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต้นหลังต่อกล้ามเนื้อขาต้นหน้า ที่ความเร็ว 60 180 และ 300 องศาต่อวินาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยนักกีฬาวอลเลย์บอลมีค่ามากกว่า บาสเกตบอล และ กลุ่มควบคุมตามลำดับ<sup>7</sup> ทั้งนี้จะเห็นว่าความแตกต่างของค่า H:Q Ratios ระหว่างแต่ละกีฬานั้นขึ้นอยู่กับระดับของการแข่งขัน และกล้ามเนื้อที่ไม่มีความสมดุล เป็นอีกเหตุผลที่นำไปสู่การบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาดังนั้นการประเมินค่า H:Q Ratios จึงมีความสำคัญต่อการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของนักกีฬา สอดคล้องกับ Roberta และคณะพบว่า ค่า H:Q Ratio ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผู้ชายกับผู้หญิงแต่มีความแตกต่างกันระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่นั่นคือค่า H:Q Ratios จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นด้วย<sup>8</sup> และ Aysegul Yapici ได้ทำการศึกษา พบว่า ค่า H:Q Ratios จะเพิ่มขึ้นตาม ความเร็วเชิงมุมในการเคลื่อนที่ จึงบอกเป็นนัยว่าถ้าเพิ่มความเร็วเชิงมุมในการเคลื่อนที่มากขึ้นจะทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้แรงและเร็วจึงมีผลต่อความเร็วในการหดตัวได้สูงสุดเต็มศักยภาพ<sup>9</sup>

จะเห็นได้ว่า นักกีฬาวอลเลย์บอล มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วหลายรูปแบบทั้งการกระโดดในแนวตั้งในการตีบอล การเสิร์ฟลูก และการสกัดกั้น การพุ่งตัวเพื่อรับบอล ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้พลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักกีฬาวอลเลย์บอลที่จะต้องมีความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อรวมทั้งความสมดุลของกล้ามเนื้อต้นขาที่ใช้ในการทรงตัวรักษาร่างกายขณะเคลื่อนไหวขณะขึ้นตีบอลหรือสกัดกั้น นักกีฬายังรักษาสมดุลร่างกายให้ได้ขณะตีบอลก็ยิ่งเพิ่มความแม่นยำมากยิ่งขึ้น หากได้ทำการฝึกซ้อมไม่เป็นระบบไม่มีการวางแผนที่ดี นักกีฬาก็มีโอกาสสูงที่จะได้รับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาได้โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ดังนั้นเมื่อทำการฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาทั้งด้านหน้าและด้านหลังรวมทั้งมีการประเมินค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาที่ดี ก็จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อตัวนักกีฬา โดยเฉพาะนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง เนื่องจากในทางสรีรวิทยาแล้ว เพศหญิงจะมีฮอร์โมน เทสโทสเตอโรน (Testosterone Hormone) น้อยกว่าเพศชายซึ่งเป็นฮอร์โมนที่แสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ ก็เป็นการกระตุ้นการทำงานเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ให้สูงขึ้น ในเพศหญิง ในขณะที่เพศชายมีฮอร์โมนนี้อยู่มากแล้วจึงอาจจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากเท่าใดนัก ทั้งนี้อาจจะมีการศึกษาจำนวนมากเกี่ยวกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้นักกีฬาวอลเลย์บอล แต่ช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาด้วยข้อจำกัดด้านต่างๆในการเข้าถึงการฝึกซ้อมที่เป็นความลับระดับประเทศ รวมทั้งไม่มีรายงานการศึกษาการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อค่าสัดส่วนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง ทีมชาติไทยชุดใหญ่ ที่เป็นทางการ และนักกีฬาวอลเลย์บอลจะเป็นผู้มีระดับสมรรถภาพทางกายด้านต่างๆที่สูงมากอยู่แล้วนั้นจึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจศึกษาทำความเข้าใจความสามารถของผู้วิจัยด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษามูลค่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย เพื่อที่จะได้ทราบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักมีผลต่อสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ของกล้ามเนื้อขาขวากับขาซ้ายหรือไม่ และตัวแปรด้านความเร็วเชิงมุมมีความเกี่ยวข้องกับค่าสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังกับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าหรือไม่ ในการที่จะนำผลการวิจัยไปสู่การปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมการฝึกซ้อม รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในการกำกับดูแลการฝึกซ้อมของนักกีฬาในการที่จะก้าวไปสู่การประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาวอลเลย์บอลในระดับนานาชาติต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษามูลค่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย
2. เพื่อศึกษามูลค่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าในระดับความเร็วเชิงมุมต่างกันในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย

### วิธีการดำเนินการวิจัย

**กลุ่มตัวอย่าง** ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง ทีมชาติไทย ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 14 คน อายุเฉลี่ย  $29.71 \pm 5.44$  ปี ที่มีประสบการณ์ในการฝึกด้วยน้ำหนักและการแข่งขันมาแล้วอย่างน้อย 1 ปี ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample size) ในงานวิจัยนี้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีการศึกษาคล้ายคลึงกัน (Bamac, B. et al, 2008)<sup>7</sup> โดยค่าเฉลี่ย และ SD ของ Muscle peak Torque ของกล้ามเนื้อ Quadriceps =  $247.3 \pm 0.6$  และ  $246.5 \pm 0.5$  ตามลำดับ คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G\*3 power (3.1.9.2) โดยกำหนด สถิติที่ใช้ = t-test (dependent)  $\alpha = 0.05$ , Power = 0.8 Effect size = 1.4485719 (จากการคำนวณด้วยโปรแกรม G\*3 power (3.1.9.2) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน

**เครื่องมือในการวิจัย** ได้แก่ เครื่องทดสอบประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ ระบบไอโซไคเนติก ยี่ห้อ Cybex6000

**เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย** เป็นนักกีฬาโอลิมปิกทีมชาติไทยอายุเฉลี่ย  $29.71 \pm 5.44$  ปี ได้มีประสบการณ์ในการฝึกด้วยน้ำหนักและการแข่งขันมาแล้วอย่างน้อย 1 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ร่างกายแข็งแรงไม่มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยใดๆ สมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยและยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง : เป็นนักกีฬาโอลิมปิกทีมชาติไทย ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 14 คน อายุระหว่าง 18-35 ปี (อายุเฉลี่ย  $29.71 \pm 5.44$  ปี ส่วนสูง  $173.71 \pm 6.92$  เซนติเมตร น้ำหนัก  $68.00 \pm 7.86$  กิโลกรัม และ ดัชนีมวลกาย  $22.44 \pm 1.82$  กิโลกรัมต่อ เมตร<sup>2</sup>) ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการฝึกซ้อมและเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อม

### สำหรับการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อด้วยระบบ ไอโซไคเนติก เป็นดังนี้คือ

ก่อนการทดสอบทำการวัดและเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพ เช่น ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ประมาณ 2 นาที และทำการอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 3 นาที นักกีฬาขึ้นนั่งบนเบาะที่นั่งของเครื่องในท่าเหยียดขาทั้งสองข้างพร้อมนั่งตัวตรงหลังพิงพนักพิงผู้ทดสอบจะทำการบันทึกข้อมูลต่างๆลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ และปรับ โหมดการทดสอบเป็น Concentric/Concentric โดยเริ่มที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาทีและทำการยืดตึงกล้ามเนื้อส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ พร้อมยืดขาที่จะทำการทดสอบเข้ากับตัวท่อนางแรง ทั้งนี้จะเริ่มทดสอบขาขวาและตามด้วยขาซ้าย ทุกครั้งเสมอ ทำความเข้าใจ อธิบายขั้นตอน การทดสอบกับนักกีฬา เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทดลองเตะขาข้างที่จะทดสอบขึ้นลงเบาๆเพื่อสร้างความคุ้นเคยประมาณ 10 ครั้ง หลังจากนั้นให้นักกีฬาหยุดนิ่งรอฟังสัญญาณ เริ่ม ให้นักกีฬาออกแรงเตะขาด้วยความพยายามสูงสุดเต็มทีจนเหยียดขาสุดแล้วออกแรงด้วยความพยายามสูงสุดในการงอขาเต็มที่จนงอขาสุด ทำอย่างนี้ 6 ครั้งติดต่อกันก็จบการทดสอบ แล้วทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อขาด้วยการออกแรงเตะและงอขาเบาๆ ประมาณ 10-15 ครั้ง เมื่อทำการทดสอบขาขวาเสร็จแล้วก็ทำการทดสอบขาซ้ายด้วยวิธีการและขั้นตอนเดียวกัน ถือว่าจบสิ้นกระบวนการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก ทำการพักคลายกล้ามเนื้อ ประมาณ 10 นาที เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาทีต่อไป

### โปรแกรมการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักสำหรับนักกีฬาโอลิมปิกทีมชาติไทย

สำหรับโปรแกรมการฝึกซ้อมโอลิมปิกประจำวันเป็นไปตามที่ทีมงานผู้ฝึกสอนเป็นผู้กำหนดตามแผนการฝึกซ้อม(Periodization)ที่ทีมงานผู้วิจัยไม่ได้รับอนุญาตให้นำมาเผยแพร่ได้เนื่องจากเป็นความลับเชิงลึกระดับประเทศที่ทีมงานวิจัยสามารถทำได้เพียงการนำเสนอโปรแกรมการฝึกยกน้ำหนักสำหรับการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยปกตินักกีฬาโอลิมปิกจะทำการฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว (Core Body) ด้วยการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านมาเป็นอย่างดีก่อนที่จะเข้าสู่โปรแกรมการฝึกยกน้ำหนัก(ภาคผนวก) ทั้งนี้การฝึกยกน้ำหนักจะทำการฝึกทั้งหมด 4 ท่าฝึก แต่ละท่าฝึกใช้ความหนักที่ร้อยละ 85 ของความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนักได้ 1 ครั้ง ของแต่ละท่าฝึก ทำการยก 6 ครั้งต่อ เซต พักระหว่าง เซต 5 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 3 เซต โดยอุปกรณ์ในการฝึกเป็น Free Weight ยี่ห้อ Nuutilus ประเทศผู้ผลิต สหรัฐอเมริกา ทำการฝึกทุกวันจันทร์ พุธและศุกร์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ในการวิจัยครั้งนี้ขอเสนอขั้นตอนการหาความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนักอ้างอิงตาม วิธีของ Poliquin, 1987<sup>10</sup> (ภาคผนวก)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS Version 17.3 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย H:Q ratio รวมทั้งค่าอัตรา การเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละด้วยการทดสอบ ค่า ที (paired t-test) กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ในการ คำนวณสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า H:Q ratio สามารถคำนวณได้โดย นำค่า แรงสูงสุด (peak torque) ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังหารด้วย ค่าแรงสูงสุด peak torque ของกล้ามเนื้อต้นขา ด้านหน้าของนักกีฬาแต่ละคน และในแต่ละระดับความเร็วเชิงมุม เช่น ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที น.ส. มี ค่า แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า 180 นิวตันเมตร และมีค่า แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง 120 นิวตัน เมตร ค่า H:Q ratio เท่ากับ  $120 / 180 = 0.66$  เป็นต้น

การวิจัยเริ่มตั้งแต่ 16 ตุลาคม 2561 – 31 มีนาคม 2563 และสถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย ห้วยหมาก กรุงเทพมหานคร

### ผลการวิจัย

#### ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

| Parameters          | Age<br>(y) | Weight<br>(kg) | Height<br>(cm) | BMI (kg/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------|----------------|----------------|--------------------------|
| Values<br>(mean±SD) | 29.71±5.44 | 68.00±7.86     | 173.71±6.92    | 22.44±1.82               |

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างมี อายุ 29.71±5.44 ปี น้ำหนัก 68.00±7.86 กิโลกรัม ส่วนสูง 173.71±6.92 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกายที่ 22.44±1.82 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ สัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขา ด้านหน้าระหว่างความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาทีทั้งชายและหญิง ก่อนการฝึก

|                                   | mean H:Q Ratios | S.D.  | t-statistic | p values |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------------|----------|
| <b>ชาย</b>                        |                 |       |             |          |
| ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที  | 0.726           | 0.160 | 1.45        | 0.182    |
| ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที | 0.622           | 0.137 |             |          |
| <b>ชาย</b>                        |                 |       |             |          |
| ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที  | 0.744           | 0.128 | 1.765       | 0.101    |
| ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที | 0.673           | 0.161 |             |          |

$p > .05$  ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาทีทั้งขาขวาและขาซ้าย ก่อนการฝึกด้วยน้ำหนักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพื่อที่จะบอกว่าก่อนการฝึกด้วยน้ำหนักที่ระดับความเร็วเชิงมุมต่างกันค่า H:Q ratio ก็ไม่ต่างกัน

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ สัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาทีทั้งขาซ้ายและขาขวา หลังการฝึกด้วยน้ำหนักครบ 6 สัปดาห์

|                                  | mean H:Q ratios | S.D.  | t-statistic | p values |
|----------------------------------|-----------------|-------|-------------|----------|
| <b>ขาขวา</b>                     |                 |       |             |          |
| ความเร็วเชิงมุม60 องศาต่อวินาที  | 0.739           | 0.170 | 3.64        | 0.003*   |
| ความเร็วเชิงมุม180 องศาต่อวินาที | 0.640           | 0.131 |             |          |
| <b>ขาซ้าย</b>                    |                 |       |             |          |
| ความเร็วเชิงมุม60 องศาต่อวินาที  | 0.771           | 0.118 | 4.22        | 0.001*   |
| ความเร็วเชิงมุม180 องศาต่อวินาที | 0.649           | 0.091 |             |          |

\*p<.05 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาทีทั้งขาขวาและขาซ้าย หลังการฝึกด้วยน้ำหนักครบ 6 สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า การฝึกยกน้ำหนักมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเมื่อระดับความเร็วเชิงมุมต่างกัน

**ตารางที่ 4** แสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ สัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกทั้งชายและหญิง และชายและทดสอบความแตกต่างอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกทั้งชายและหญิง

|                                           | mean H:Q ratios | S.D.  | t-statistic | %Changes | p values |
|-------------------------------------------|-----------------|-------|-------------|----------|----------|
| ชายขวา ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที   |                 |       |             |          |          |
| ก่อนการฝึก                                | 0.726           | 0.160 | 1.075       | 1.30     | 0.302    |
| หลังการฝึก                                | 0.739           | 0.170 |             |          |          |
| ชายซ้าย ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที  |                 |       |             |          |          |
| ก่อนการฝึก                                | 0.744           | 0.128 | 0.576       | 7.40     | 0.575    |
| หลังการฝึก                                | 0.771           | 0.118 |             |          |          |
| ชายขวา ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที  |                 |       |             |          |          |
| ก่อนการฝึก                                | 0.622           | 0.137 | 0.632       | 4.40     | 0.538    |
| หลังการฝึก                                | 0.640           | 0.131 |             |          |          |
| ชายซ้าย ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที |                 |       |             |          |          |
| ก่อนการฝึก                                | 0.673           | 0.161 | 0.645       | 0.14     | 0.530    |
| หลังการฝึก                                | 0.649           | 0.091 |             |          |          |

p > .05 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าทั้งชายและหญิง รวมทั้งอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละระหว่าง ก่อนการฝึกกับหลังการฝึก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ระดับความเร็วเชิงมุมเดียวกัน

## อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การเพิ่มโปรแกรมการฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อต้นขา นั้น ส่งผลให้สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า นักกีฬาวอลเลย์บอล ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาทีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก ที่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น ทั้งขาขวาและขาซ้ายไปในทิศทางเดียวกันทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุมทั้งนี้จะเป็นผลมาจากการฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา และยังส่งผลถึงพลังของกล้ามเนื้อต้นขาตามกันไป อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า จะไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก (ตารางที่ 5) ก็ตาม อาจจะเนื่องมาจากนักกีฬาวอลเลย์บอลทุกคนเป็นระดับทีมชาติมีระดับขีดสมรรถภาพทางกายที่สูงสุดอยู่แล้ว จึงเป็นเรื่องที่ยากมากที่จะทำให้ค่าสมรรถภาพทางกายต่างๆเพิ่มสูงขึ้นอย่างโดดเด่นจนเห็นความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่านักกีฬามีสมรรถภาพทางกายที่ลดลง เพื่อความชัดเจนของการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจะอภิปรายผลการวิจัยดังนี้คือ

1. การฝึกยกน้ำหนักเพื่อสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา มีผลต่อสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า จากการศึกษาในครั้งนี้ หลังจากนักกีฬาวอลเลย์บอลทุกคนได้ทำการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการฝึกยกน้ำหนักครบ 6 สัปดาห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของ H:Q ratio มีแนวโน้มที่พัฒนาสูงขึ้นของขาทั้งสองข้างและสองระดับความเร็วเชิงมุมทั้งนี้เกิดจากกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจากโปรแกรมฝึกเสริมด้วยการยกน้ำหนักโดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาที่เพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกยกน้ำหนัก เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก (ตารางที่ 4) จึงเป็นเป็นผลดีต่อความสมดุลและการป้องกันการบาดเจ็บของหัวเข่าได้ เพราะว่า การลดลงของสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง เป็นสาเหตุหลักที่จะส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าหัวเข่ามีความเสี่ยงสูงมากที่จะเกิดการบาดเจ็บได้สอดคล้องกับ William R. และคณะ ได้ศึกษาพบว่า การมุ่งเน้นฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ส่งผลให้ค่า H:Q ratios เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเกือบถึง 1.0 จึงมีความสำคัญมากต่อการป้องกันการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าหัวเข่า<sup>11</sup> รวมทั้ง Hewett TE, และคณะ กล่าวว่า ผลจากความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อต้นขาของนักกีฬาที่ไม่เคยฝึกยกน้ำหนักเพื่อสร้างความแข็งแรงจะนำไปสู่รูปแบบการบาดเจ็บตรงหัวเข่าที่จะตามมามากกว่านักกีฬาที่เคยฝึกยกน้ำหนักมาก่อนและกล้ามเนื้อต้นขาที่ขาดความสมดุลอาจจะนำไปสู่การแสดงออกทางศักยภาพขีดความสามารถทางกีฬาที่ด้อยค่าลงอย่างชัดเจนอันเป็นผลมาจากการบาดเจ็บเช่นบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อแฮมสตริง<sup>12</sup>

2. ความสมดุลของกล้ามเนื้อขาขวาและขาซ้าย จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 4) ทั้งขาขวาและขาซ้ายทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุม แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของขาทั้งสองข้างและทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุม ดังนี้คือ ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที ขาขวาเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.30 และที่ระดับความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.40 ส่วนขาซ้ายที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาทีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.40 ในขณะที่ ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที ขาซ้ายเพิ่มขึ้นเพียง ร้อยละ 0.14 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกพัฒนาการเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะขาซ้ายที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าขาขวา ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากนักกีฬาทุกคนถนัดขาขวาแต่ด้วยกลไกทักษะการเคลื่อนไหวในการกระโดดตีบอล นักกีฬาวอลเลย์บอลจะใช้ขาที่ไม่ถนัดในการ เทคออฟเสمو ดังนั้นจึงใช้ขาซ้ายในการออกแรงกระโดดตีบอลทุกครั้งรวมทั้งมีการเสริมสร้างด้วยการฝึกยกน้ำหนักจึงทำให้กล้ามเนื้อขาซ้ายได้รับการพัฒนาดีกว่าขา

ขวา เป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อต้นขาที่มีการปรับตัวที่ดีขึ้น จึงเกิดการปรับสภาพในการระดมพลังหน่วยยนต์ของประสาทและเส้นใยกล้ามเนื้อ เมื่อพิจารณาถึงค่า H:Q ratio โดย Dvir และคณะ รายงานว่า ค่า H:Q ratio นั้น เป็นค่าที่เป็นอัตราการควบคุมความสมดุลการทำงานของกล้ามเนื้อขณะทำการเคลื่อนไหว ที่มีความต้องการที่จะแสดงออกถึงการทำงานที่ในการหดตัวทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าอย่างมีประสิทธิภาพ<sup>13</sup> ดังที่ Heiser และคณะ รายงานว่าค่า H:Q ratio ที่ต่ำกว่า 0.60 ลงมา ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที เป็นสิ่งที่แสดงถึงความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อและจะเป็นที่มาของการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่เห็นเชิงประจักษ์อยู่แล้วว่ากล้ามเนื้อขาหน้าจะมีความแข็งแรงมากเพื่อไปเพิ่มการควบคุมการเกิดพลังกล้ามเนื้อ<sup>14</sup> ทั้งนี้ Swati A.B. and Nalini K.P. รายงานว่า เขียวชนร้อยละ 60 สามารถใช้ขาไม่ถนัดในการเคลื่อนไหวได้ดีสะดวกสบายเท่ากับขาถนัด<sup>15</sup> สอดคล้องจากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการฝึกครบ 6 สัปดาห์ ปรากฏว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกทั้งขาขวาและขาซ้าย ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาทีและ 180 องศาต่อวินาที ในขณะที่ Alonso Ac.และคณะ รายงานว่า ขาที่ถนัดไม่ได้มีผลต่อความสมดุลของการยืนขาเดียวเพื่อรักษาท่าทางความสมดุลของร่างกาย<sup>16</sup>

3.ระดับความเร็วเชิงมุมมีความเกี่ยวข้องกับค่า H:Q ratios จะเห็นว่าก่อนการฝึกยกน้ำหนักค่า H:Q ratio ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุม(ตารางที่ 2) แต่เมื่อทำการฝึกยกน้ำหนักครบ 6 สัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที และ ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที (ตารางที่ 3) จะเห็นว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อขาที่มีความเกี่ยวข้องกับระดับความเร็วเชิงมุมกล่าวคือ ในการทดสอบประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคนติกที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที เป็นระดับความเร็วเชิงมุมที่มีการเคลื่อนไหวช้าเหมาะสมกับการทดสอบหรือฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในขณะที่ ระดับความเร็วเชิงมุม180 องศาต่อวินาทีนั้น เป็นระดับความเร็วเชิงมุมที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็ว เต็มไปด้วยพลังในการเคลื่อนไหว ทั้งนี้เป้าหมายในการฝึกยกน้ำหนักเพื่อสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาโอลิมปิกเป็นจังหวะการยกน้ำหนักที่ช้า เป็นการฝึกเพื่อไปกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อให้เกิดความแข็งแรงกล่าวคือ เมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมีความแข็งแรงที่เกิดจากการถูกกระตุ้นให้ขนาดขยายใหญ่่ออก เส้นประสาทก็มีการถูกกระตุ้นให้ขยายใหญ่ขึ้นเหมือนกันจากข้อมูลนี้จึงเป็นข้อแนะนำในอนาคตว่าการฝึกยกน้ำหนักนอกจากจะสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อแล้วยังสามารถเชื่อมโยงส่งผลให้เกิดพลังกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวได้อีกด้วยเช่นกัน รวมทั้ง ค่าH:Q ratioที่เพิ่มขึ้นทั้งสองระดับความเร็วเชิงมุมแสดงให้เห็นว่าระดับความเร็วเชิงมุม ขาขวา ขาซ้าย มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อขาหน้านักกีฬาโอลิมปิก ยิ่งหัวเข่ามีกล้ามเนื้อที่มีความสมดุลมาช่วยพุงในการทำงานก็ดูเหมือนว่าจะยิ่งทำหดตัวทำงานสู้กับงานที่หนักได้มากขึ้นและยิ่งทำให้เพิ่มความเร็วและพลังในการหดตัวเพื่อสร้างขีดความสามารถได้สูงสุด

### สรุปผลการวิจัย

การฝึกเสริมด้วยการฝึกยกน้ำหนักมีส่วนทำให้สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะ ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที (ตารางที่ 3) ทั้งนี้หลังการฝึกยกน้ำหนักครบ 6 สัปดาห์ค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม โดยขาขวามีค่า 0.739 และขาซ้ายมีค่า 0.771 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าบุคคลทั่วไปมากจึงเป็นการช่วยเพิ่มความสมดุลและความเสถียรให้กับกล้ามเนื้อต้นขาเพื่อลดการบาดเจ็บและรองรับการเคลื่อนไหวขณะแข่งขันวอลเลย์บอลได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกยกน้ำหนักจึงเป็นหนึ่งในกุญแจที่สำคัญของการแสดงออกซึ่งขีดความสามารถสูงสุดเชิงกีฬาให้บรรลุความสำเร็จในการแข่งขัน รวมทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการฟื้นฟูสภาพร่างกายหลังการบาดเจ็บได้อีกด้วย

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การเพิ่มกลุ่มตัวอย่างและรูปแบบการฝึกอื่นเพื่อทำการเปรียบเทียบผลการฝึกที่เกิดขึ้นจะช่วยให้เห็นพัฒนาการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนรวมทั้งการฝึกในนักกีฬาระดับทีมชาติจะเห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากเนื่องจากนักกีฬาเป็นผู้ที่มีขีดความสามารถสูงสุดอยู่แล้วแต่ถ้ามาทำการฝึกในนักกีฬาระดับสมัครเล่นจะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

### กิจกรรมประกาศ

คณะทีมงานวิจัยขอขอบพระคุณฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย และ สมาคมวอลเลย์บอลแห่งประเทศไทย รวมทั้ง คุณ ศักดิ์สยาม แสงวไสยสุข ที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- 1.Kabacinski J.,Murawa M., Mackala K. and Dworak LD. Knee strength ratios in competitive female athletes.PLOS One Biomechanics.January 9, 2018 (1-12)
2. Eliane MP, Leslie AP, Viviane GB, Sergio SP. Isokinetic torque peak and hamstrings / quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. Clinics. vol.62 no. 2 . Sao Paulo .2007
3. Magalhaes J., Oliveira J., Ascensao A. and Soares J. Concentric Quadriceps and Hamstrings Isokinetic Strength in Volleyball and Soccer Players. J. Sports Medicine and Physical Fitness. 44(2): 119-125. 2004
4. Hamill J. Biomechanical basis of human movement.Philadelphia. Rose Tree Corporate Center . 1995.
5. Roy T.H. Cheung, Andrew W. Smith and Del P. Wong. H:Q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players. J.Human Kinetics. 33 :63-71.2012

6. Vladan Milic, Dragan Nejic and Radomir Kostic. The effects of plyometric training on the explosive strength of leg muscle of volleyball players on single foot and two foot takeoff jumps. *Physical Education and Sport*. 6 (2) : 169-179. 2008
7. Bamac, B., Colak, T., Ozbek, A., Colak, S., Cinel, Y., & Yenigun, O. Isokinetic Performance in Elite Volleyball and Basketball Players. *Kinesiology*, 40(2), 182-188.2008
8. Roberta Sadauskaite-Zarembiene, Renata Žumbakyte-Šermukšniene and Mantas Mickevičius. Difference in muscle strength of the dominant and non-dominant leg of high performance female athlete. *UGDYMAS KuNO KULTuRA SPORTAS* Nr. 1 (88); 2013; 66–71; *BIOMEDICINOS MOKSLAI*
9. Aysegul Yapici. Factors effecting hamstrings to quadriceps peak torque ratio in volleyball players. *J.Human Sciences*. Vol.13 Issue 3: 5282-5289. 2016. Bamac B, Colak T, Ozbek A, Colak S, Cinel Y and Yenigun O. Isokinetic performance in elite volleyball and basketball players. *XIV International Congress on Sports Rehabilitation and Traumatology*.2005
10. Poliquin C. Strength training for elite athletes. Las Vegas: ASCA-World Clinic Year-book.1987
11. William R.H., Mack D.R., Heather J.L., and Mark A.G. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring : quadriceps strength ratios. *J.Stre. Cond. Res*. 2007, 21(1): 41-47
12. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. 1999;27:699–705
13. Dvir Z., Eger G., Halperin N., Shklar A. (1989) Thigh muscle activity and anterior cruciate ligament insufficiency. *Clinical Biomechanics* 4, 87-91 [PubMed] [Google Scholar]
14. Heiser, T.M., Weber, J., Sullivan, G., Clare , P. and Jacobs, R.R. Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *Am J Sport Med*. 1984. 12,368-370
15. Swati A.B. and Nalini K.P. Dominant and Non dominant Leg Activities in Young Adults. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research* 2016; 5 (4):257-264
16. Alonso AC, Brech GC, Bourquin AM, Greve JM. The influence of lower-limb dominance on postural balance. *Sao Paulo Med.J*. 2011.Dec;129(6):410-3

## ภาคผนวก

## ขั้นตอนการทดสอบหาความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนัก (1 RM)

ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แล้วปรับระดับความหนักเพื่อการอบอุ่นร่างกายที่ร้อยละ 60 ของน้ำหนักที่เคยยกได้มาก่อนหรือระดับความหนักที่ได้จากการประมาณค่าในตารางเทียบ 1 RM โดยทำการยกในจังหวะช้าๆ ทั้งหมด 10 ครั้ง ต่อมา ปรับระดับความหนักที่ร้อยละ 70 ของน้ำหนักที่เคยยกได้มาก่อนหรือระดับความหนักที่ได้จากการประมาณค่าในตารางเทียบ 1 RM โดยทำการยกในจังหวะช้าๆ ทั้งหมด 8 ครั้ง แล้วพัก 2 ถึง 3 นาที ทำการปรับระดับความหนักที่ร้อยละ 80 ของน้ำหนักที่เคยยกได้มาก่อนหรือระดับความหนักที่ได้จากการประมาณค่าในตารางเทียบ 1 RM โดยทำการยกในจังหวะช้าๆ ทั้งหมด 4 ครั้ง แล้วพัก 2 ถึง 3 นาที ต่อมาปรับระดับความหนักที่ร้อยละ 85 ของน้ำหนักที่เคยยกได้มาก่อนหรือระดับความหนักที่ได้จากการประมาณค่าในตารางเทียบ 1 RM โดยทำการยกในจังหวะช้าๆ ทั้งหมด 1 ครั้ง แล้วพัก 2 ถึง 3 นาที ต่อมาปรับระดับความหนักที่ร้อยละ 100 ของน้ำหนักที่เคยยกได้มาก่อนหรือระดับความหนักที่ได้จากการประมาณค่าในตารางเทียบ 1 RM โดยทำการยกในจังหวะช้าๆ ทั้งหมด 1 ครั้ง แต่ถ้ายังสามารถยกขึ้นได้ในครั้งที่ถัดไป ก็ต้องทำการเพิ่มความหนักขึ้นระหว่างร้อยละ 2.5 ถึงร้อยละ 5 ของน้ำหนักที่เคยยกได้มาก่อนหรือระดับความหนักที่ได้จากการประมาณค่าในตารางเทียบ 1 RM จนกว่านักกีฬาจะยกน้ำหนักได้เพียง 1 ครั้ง นับว่าเป็นการใช้เวลามากในการหาค่าในแต่ละครั้งแต่ละท่าฝึกแต่ก็ทำให้ผู้ฝึกสอนได้ทราบข้อมูลที่แท้จริงที่จะนำมาใช้ในการคำนวณออกแบบโปรแกรมการฝึกยกน้ำหนักต่อไป เมื่อได้ค่า 1 RM ของแต่ละคนแต่ละท่าฝึกแล้วก็นำมาปรับใช้เป็นโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักให้นักกีฬาแต่ละคนดังตารางข้างล่าง

## ข้อมูลการทดสอบหาความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนัก (1RM)

| คนที่ | Half Squat (Kg) | Leg Curl (Kg) | Front Lunge (Kg) | Heel Raise (Kg) |
|-------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|
| 1     | 115             | 70            | 70               | 100             |
| 2     | 120             | 60            | 60               | 80              |
| 3     | 120             | 70            | 65               | 90              |
| 4     | 100             | 55            | 60               | 80              |
| 5     | 130             | 70            | 70               | 100             |
| 6     | 125             | 70            | 60               | 90              |
| 7     | 115             | 60            | 65               | 90              |
| 8     | 120             | 65            | 65               | 90              |
| 9     | 105             | 50            | 55               | 80              |
| 10    | 125             | 75            | 70               | 100             |
| 11    | 120             | 70            | 65               | 90              |
| 12    | 110             | 60            | 50               | 70              |
| 13    | 130             | 70            | 70               | 100             |
| 14    | 110             | 60            | 55               | 80              |

## โปรแกรมการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักสำหรับนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย

| ท่าฝึก         | ความหนัก<br>% 1RM | จำนวนครั้ง | จำนวนเซต | เวลาพัก | จังหวะการยก               |
|----------------|-------------------|------------|----------|---------|---------------------------|
| Half Squat     | 85%               | 6          | 3        | 5 นาที  | ซ้ำ 3-5วินาที<br>ต่อครั้ง |
| Leg Curl       | 85%               | 6          | 3        | 5 นาที  | ซ้ำ 3-5วินาที<br>ต่อครั้ง |
| Front<br>Lunge | 85%               | 6          | 3        | 5 นาที  | ซ้ำ 3-5วินาที<br>ต่อครั้ง |
| Heel Raise     | 85%               | 6          | 3        | 5 นาที  | ซ้ำ 3-5วินาที<br>ต่อครั้ง |