

Original article

EFFECTS OF COMPLEX TRAINING ON LEG MUSCULAR ACCELERATION AND BALANCE IN THAILAND MALE NATIONAL WINDSURFING

Somphop SAKHONDI¹ and Arom TREERAJ²¹*Faculty of Science Sriracha Kasetsart University, Sriracha Campus, Chonburi, THAILAND*²*College of Sports Science and Technology, Mahidol University, Salaya, Nakhon Pathom, THAILAND*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of complex training on leg muscular acceleration and balance in Thai male national windsurfing. Fourteen male national windsurfers were separated into 2 groups. Control group (n=7) age 19.28 ± 4.95 y; height 169.64 ± 5.97 cm; mass: 57.42 ± 8.04 kg; and BMI: 19.87 ± 1.81 kg/M² respectively. The experimental group (n=7) age 23.14 ± 8.39 y; height 174.85 ± 10.57 cm; mass: 67.28 ± 5.65 kg; and BMI: 22.14 ± 2.54 kg/M² respectively. They were rated of force development and counter movement jump evaluated using force plate and muscle strength using an isokinetic dynamometer of angular velocities at 60°s^{-1} before and after 6 weeks training. Control group performed their routine windsurfing training program where as complex training was combined with routine windsurfing program in the experimental group. Training program was performed 3 times per week for 6 weeks. The data were presented as mean and standard deviation was used an unpaired t-test to compare the significant difference between control and experimental group and paired t-test to compare the significant differences between pre and post-test within 2 groups. The statistical significance was set at $p < 0.05$. **Results:** The result found that there were no significant different between control and experimental group in rate of force development, counter movement jump, right leg HQ ratio) and left leg HQ ratio at angular velocity at 60°s^{-1} respectively. However, the data shown that there were significantly different between pre and post-test within experimental group in rate of force development, counter movement jump, right leg HQ ratio and left leg HQ ratio at angular velocity at 60°s^{-1} respectively. **Discussion:** The complex training is able to activate the central nervous system to recruitment motor units. In addition, possibly more fast twitch fibers (type II) are available for the explosive exercise, greater improvements in power and rate of force development for windsurfers hence a better training benefit for sail pumping and boardsailing stabilizations. **Conclusion:** Complex training may be stimulus nervous system to recruitment motor neuron for created acceleration during sail pumping in windsurfers.

(Journal of Sports Science and Technology 2021; 21 (2):86-99)

(Received: 18 June 2021 , Revised: 24 August 2021, Accepted: 25 August 2021)

Key words: Rate of force development/ HQ Ratio/ Complex Training/ Muscle Balance/ Windsurfing

*Corresponding author: Arom TREERAJ

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

E-mail: treeraj@hotmail.com

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่ออัตราเร่งและความสมดุลของกล้ามเนื้อขานักกีฬาฟันเซิร์ฟชายทีมชาติไทยสมภพ สาครดี¹ และ อารมย์ ตีรราช²¹คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต ศรีราชา ชลบุรี ประเทศไทย²วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม ประเทศไทย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่ออัตราเร่งและความสมดุลของกล้ามเนื้อขา นักกีฬาฟันเซิร์ฟชายทีมชาติไทย วิธีดำเนินการวิจัย : กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟันเซิร์ฟชาย ทีมชาติไทย อายุระหว่าง 15-32 ปี จำนวน 14 คนทำการแบ่งเป็น 2 กลุ่มละ 7 คนดังนี้คือ โดยกลุ่มควบคุม มีลักษณะทางกายภาพคือ อายุ 19.28 ± 4.95 ปี น้ำหนัก 57.42 ± 8.04 กิโลกรัม ส่วนสูง 169.64 ± 5.97 เซนติเมตร และ ดัชนีมวลกาย 19.87 ± 1.81 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในขณะที่กลุ่มทดลองมีลักษณะทางกายภาพคือ อายุ 23.14 ± 8.39 ปี น้ำหนัก 67.28 ± 5.65 กิโลกรัม ส่วนสูง 174.85 ± 10.57 เซนติเมตร และ ดัชนีมวลกาย 22.14 ± 2.54 กิโลกรัมต่อเมตร² ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้ ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อผ่านเครื่องวัดแรงกระแทก เพื่อหาค่าอัตราเร่งในการสร้างแรงและความสามารถในการยืน กระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหว รวมทั้งทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่องทดสอบระบบไอโซโคนดิก ที่ ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที ก่อนการฝึกและหลังการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุมจะทำการฝึกโปรแกรมฟันเซิร์ฟตามปกติในขณะที่กลุ่มทดลองหลังจากทำการฝึกตามโปรแกรมฟัน เซิร์ฟตามปกติแล้วต้องทำการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สำหรับการ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยการทดสอบค่า t (t-test) โดยกำหนด ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 **ผลการวิจัยพบว่า** : ค่าเฉลี่ยของอัตราเร่งในการสร้างแรง ค่าความสามารถในการ ยืนกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหว ค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อด้านหน้าทั้งขาขวาและขา ซ้าย ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราเร่งในการสร้างแรง ค่าความสามารถในการยืนกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหว ค่าสัดส่วนความ แข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อด้านหน้าทั้งขาขวาและขาซ้าย ภายในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการ ฝึก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 **อภิปรายผล** : เป็นไปได้ว่าการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึก เชิงซ้อนนั้นสามารถที่จะกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางด้วยการระดมพลังประสาทที่หน่วยยนต์ส่งต่อไปยัง เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วเพื่อสร้างแรงระเบิดอัตราเร่งในการออกแรงย่องตัวดึงใบและความสมดุลยืนบนบอร์ดอย่าง มั่นคงของนักกีฬาฟันเซิร์ฟ **สรุปผลการวิจัย** การฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนอาจจะส่งผลต่อการกระตุ้นการส่งกระแส ประสาทในการระดมพลังประสาทไปเพิ่มพูนพลังกล้ามเนื้อในการสร้างอัตราเร่งของนักกีฬาฟันเซิร์ฟ

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2564; 21(2):86-99)

คำสำคัญ: อัตราเร่งในการพัฒนาการสร้างแรง สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกกล้ามเนื้อต้นขา ด้านหน้า การฝึกเชิงซ้อน ความสมดุลของกล้ามเนื้อ นักกีฬาฟันเซิร์ฟ

บทนำ

การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) คือรูปแบบการฝึกด้วยแรงดันที่ใช้ความหนักในระดับสูงให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ โดยเป็นการฝึกยกน้ำหนัก แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีที่เป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ โดยใช้ท่าฝึกที่เสมอหรือเหมือนกับท่าฝึกยกน้ำหนักและเป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันของการฝึกในชุดนั้นๆ ใช้เวลาในการพักระหว่างการยกน้ำหนักกับพลัยโอเมตริก ประมาณ 30 วินาที ในการฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักคือ เน้นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วแล้วไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติก เป็นสำคัญในการฝึกโดยใช้แรงดันที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเชิงซ้อน จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้นจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด¹ ได้มีการสรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนที่ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ ดังนี้ คือ การฝึกเชิงซ้อน เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้กับนักกีฬาที่มีความแข็งแรงพื้นฐานโดยการฝึกยกน้ำหนักมาก่อน และควรใช้การฝึกพลัยโอเมตริกที่มีระดับความหนักต่ำควบคู่ไปด้วยในระยะเตรียม แล้วค่อยๆปรับกิจกรรมการเคลื่อนไหวในการฝึกเชิงซ้อนให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการแข่งขันจริง สำหรับความหนักและปริมาณของการฝึกนั้น จำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงทั้งการฝึกยกน้ำหนักและพลัยโอเมตริก แต่ในปริมาณที่ไม่มากเพื่อป้องกันความเมื่อยล้า จึงควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด ในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2 ถึง 8 ครั้ง และฝึกพลัยโอเมตริก 5 ถึง 15 ครั้ง ในขณะที่เวลาพักหลังสิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนัก แล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีภายในเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จำนวนมาก และใช้เวลาในการพักเมื่อจบการฝึกเชิงซ้อนแล้ว 2-10 นาที ต่อชุด สำหรับความถี่ของการฝึกนั้น ควรเป็น 1 ถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์โดยมีเวลาในการพักระหว่างฝึกแต่ละครั้ง 48 ถึง 96 ชั่วโมง² รวมทั้งการเลือกท่าฝึก ควรคำนึงถึงหลักการทางชีวกลศาสตร์ และความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกด้วยน้ำหนักควรเป็นท่าที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกัน และตามด้วยท่าฝึกพลัยโอเมตริก ที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกันและควรมีการใช้ท่าฝึกที่ใช้แขนหรือขาเพียงข้างเดียวเพื่อให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์ได้เต็มที่³ ทั้งนี้การฝึกเชิงซ้อนนั้นเป็นรูปแบบการฝึกที่ทำให้เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาในการที่จะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาในลักษณะที่เป็นการผสมผสานเชื่อมโยงกันจากการกระตุ้นความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อสู่การระดมพลังประสาทเพื่อนำไปสร้างพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วจากการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันโดยผ่านการทำงานของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และจากการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ซ้ำๆในลักษณะออกแรงเต็มที่ภายในเวลาสั้นๆผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทจึงนำไปสู่การพัฒนาพลังแบบอนาการคินิยม และ ความสามารถสูงสุดแบบอนาการคินิยมได้ดี ส่งผลให้ เพิ่มความสามารถในการออกแรงได้อย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายด้วยความหนักสูงสุด กลไกนี้เรียกว่า ศักยภาพหลังการกระตุ้น (post-activation potentiation หรือ PAP)⁴ ที่เป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาอย่างทันทีทันใดโดยอาศัยศักยภาพการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ในการเพิ่มพูนแรงของกล้ามเนื้อเพื่อสร้างพลังระเบิดในการเคลื่อนไหวหลังจากทำการยกน้ำหนักมาก่อนแล้วแล้วต่อด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งมีความเหมาะสมมากต่อการพัฒนาพื้นฐานด้านพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬา ยกน้ำหนัก วิ่งระยะสั้น กระโดด และนักกีฬาประเภท พุ่ม พุ่ง ขว้าง ทั้งนี้ ได้มีการกล่าวสนับสนุนว่า มีการเพิ่มขึ้นของขบวนการสร้างพลังงานของ เอทีพี ในโปรตีนไมโอซินคอยควบคุมการหดตัวสูงสุดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะให้เกิดการทำงานที่กลมเกลียวกันระหว่าง แอคตินกับไมโอซินแล้วเร่งปฏิกิริยาให้เกิดการปล่อยแคลเซียม อีออน ออกมาจำนวนมากเพื่อนำไปสู่การสร้างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ^{5,6} ดังนั้น สอดคล้องกับ เจริญ⁷ กล่าวว่า การฝึกที่ความหนักสูงสุด เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จะมีบทบาทและความสำคัญมากขึ้นและมีระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหว ซึ่งผลลัพธ์

ที่ตามมาคือปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง ดังนั้นระยะเวลาในการฝึก จึงทำได้เพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ โดยการฝึกเชิงซ้อนไม่ได้ส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการฝึกนั้นคือการฝึกเชิงซ้อนนั้นส่งผลให้พลังสูงสุด กล้ามเนื้อและอัตราการสร้างแรงสูงสุดดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁹ และมีการศึกษาพบว่า เมื่อทำการฝึกเชิงซ้อนใน นักกีฬาบาสเกตบอลสามารถเพิ่มพลังระเบิดกล้ามเนื้อแขนและขาได้เป็นอย่างดี⁹ เช่นเดียวกับเมื่อทำการฝึกเชิงซ้อนใน นักกีฬาบาสเกตบอลระดับเยาวชน พบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีประสิทธิภาพในการเพิ่มขีดความสามารถด้านพลังระเบิด กล้ามเนื้อขาและความสมดุลได้¹⁰ จะเห็นได้ว่าในการออกแรงกล้ามเนื้อที่เติมเปี่ยมไปด้วยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีความแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานสำคัญ มีการศึกษา พบว่าการฝึกความแข็งแรงสูงสุดและความอดทน ของกล้ามเนื้อ ในระยะเวลา 5 สัปดาห์มีแนวโน้มในการเพิ่มสมรรถนะในการดึงใบของนักกีฬาวินเซิร์ฟได้ดีขึ้นเล็กน้อยทั้งนี้ หากเพิ่มระยะเวลาในการฝึกมากกว่านี้คงจะเห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น¹¹

กีฬาวินเซิร์ฟ เป็นกีฬาที่ต้องการสมรรถภาพทางกายด้านพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แล่ตัวและขา เป็น อย่างมากเพื่อเป็นการเชื่อมโยงในการถ่ายโอนพลังกล้ามเนื้อในการสร้างพลังขับเคลื่อนดึงใบและยืนบนบอร์ดอย่างมั่นคง ได้เคลื่อนให้ไหลลื่นไปในท้องทะเลอย่างรวดเร็วแก่นักกีฬาจะต้องเป็นผู้ที่มีความสมดุลของร่างกายที่ดีเพื่อการทรงตัวที่มั่นคง พร้อมส่งแรงไปดึงใบให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดมีจังหวะการเคลื่อนไหวที่สวยงามดังนั้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ต้นขาที่เป็นกล้ามเนื้อหลักจึงมีความสำคัญในการส่งพลังเคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆของการเล่นวินเซิร์ฟรวมทั้ง นักกีฬาจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถของร่างกายในการทำงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนสูงมาก ถ้าหากการ ฝึกซ้อมไม่เป็นระบบไม่มีการวางแผนที่ดีแล้วนักกีฬาคงไม่สามารถที่จะทำการเคลื่อนที่ไปด้วยพลังกล้ามเนื้อที่มี ประสิทธิภาพ อาจจะมีโอกาสสูงที่จะได้รับการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อต้นขาได้โดยเฉพาะกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง โดยใน การแข่งขันวินเซิร์ฟนั้น นอกจากที่นักกีฬาจะมีสภาพจิตใจที่เข้มแข็งแล้ว พวกเขายังจะต้องมีสมรรถภาพทางกายที่ แข็งแกร่งที่เพียงพอ ดังนั้นผู้ฝึกสอนจึงต้องมีการแสวงหาวิธีการที่หลากหลายมาเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายให้กับ นักกีฬา¹² และสิ่งสำคัญมากอีกสิ่งหนึ่งของกีฬาวินเซิร์ฟคือจังหวะการสร้างอัตราเร่งในการดึงใบ (Sail Pumping) ซึ่งเป็น เทคนิคในการออกแรงของกล้ามเนื้อ แล่ตัวและขาเพื่อสร้างแรงและความเร็วสูงสุดในการดึงใบให้แล่นไปบนคลื่นทะเล ขณะทำการแข่งขัน¹³ สอดคล้องกับที่มีการรายงานว่าการสร้างอัตราเร่งในการดึงใบให้สำเร็จสมบูรณ์แบบนั้น ร่างกาย จะต้องทำการเคลื่อนไหวของแขนและขาเพื่อองและเหยียดออกได้สูงสุดอย่างราบรื่นขณะทำการแข่งขันระหว่าง 25 ถึง 50 นาที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพความเร็วของลม จะเห็นว่าการที่จะสร้างอัตราเร่งในการดึงใบให้ได้ความเร็วสูงสุดนั้น ร่างกาย นักกีฬาวินเซิร์ฟจะต้องมีพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง แขน แล่ตัวและขาเป็นอย่างมาก¹⁴ ซึ่งมีการกล่าวถึงแม้ว่า กีฬาวินเซิร์ฟจะดูเหมือนเป็นทำงานของร่างกายแบบแอโรบิคแต่ปรากฏว่าในจังหวะสร้างอัตราเร่งเพื่อดึงใบนั้นเป็นการ ผสมกันระหว่างเทคนิคและกลยุทธ์ในการสร้างยุทธวิธีให้กล้ามเนื้อทำงานแบบแอนแอโรบิคในลักษณะการสร้างแรงระเบิด ของกล้ามเนื้อ¹⁵ และรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนที่เป็นการฝึกที่เฉพาะเจาะจงในการเสริมสร้างพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเป็นรูปแบบการฝึกเพื่อกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ไปพร้อมกับ กระบวนการทำงานที่เรียกว่า ศักยภาพการตื่นตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อหลังได้รับการกระตุ้นอย่างรวดเร็วที่ผ่านการ ทำงานของการระดมพลังประสาท และการเร่งการเผาผลาญสร้างพลังงานในระบบฟอสฟาเจน เนื่องจากการเพิ่มการ ดึง เติพีมาใช้ของไมโอซินรวมทั้งการเพิ่มการตื่นตัวในปฏิกิริยาการทำงานระหว่างไมโอซินและแอคตินภายในเส้นใย กล้ามเนื้อจึงนำไปสู่การเพิ่มอัตราในการสร้างสะพานเชื่อมของพลังงานในอีกทางหนึ่งการฝึกเชิงซ้อนจะทำให้เกิดศักยภาพ การตอบสนองของ H-reflex ที่เป็นลักษณะการเพิ่มกลไกการทำงานในการประสานงานที่ดีของหน่วยยนต์ภายใน กล้ามเนื้อ ด้วยการยับยั้งการส่งกระแสประสาทไปเลี้ยงกล้ามเนื้อทำงานตรงกันข้าม แล้วปรับมาเร่งการส่งกระแสประสาท

ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหลักในการเคลื่อนไหว¹⁶ ด้วยเหตุข้างต้นนี้ การฝึกเชิงซ้อนจึงน่าจะมีบทบาทสำคัญต่อการสนับสนุนส่งเสริมการเคลื่อนไหวเพื่อสร้างอัตราเร่งในการดึงใบของนักกีฬาวินเชิร์ฟให้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สิ่งที่จะต้องเสริมสร้างเป็นสมรรถภาพทางกายพื้นฐานก่อนการฝึกเพื่อสร้างอัตราเร่งคือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางของร่างกายเนื่องจากนักกีฬานักกีฬาต้องการความสมดุลของร่างกายทั้งแบบอยู่กับที่และเคลื่อนที่ขณะยืนอยู่บนบอร์ด(เรือ)เพื่อควบคุมเรือและทิศทางการแล่นไปทิศทางตามกำหนด

อย่างไรก็ดี รูปแบบการฝึกเชิงซ้อนนี้ ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงเพื่อสร้างพลังกล้ามเนื้อขาให้กับนักกีฬาวินเชิร์ฟ กันอย่างแพร่หลายมากเท่าใดนัก รวมทั้งยังมีการศึกษาที่ยังไม่ชัดเจนเท่าใดนักโดยเฉพาะในช่วงเตรียมความพร้อมที่เฉพาะเจาะจงก่อนการแข่งขันจริง และระยะเวลาในการฝึกดังนั้นในการแข่งขันกีฬาวินเชิร์ฟ ไม่เพียงแต่นักกีฬาจะมีทักษะเทคนิคที่ดีเยี่ยมแล้วจะทำให้ให้นักกีฬามีประสิทธิภาพในการดึงใบเพื่อแล่นบอร์ดไปในท้องทะเลได้อย่างรวดเร็วและได้รับชัยชนะในการแข่งขัน แต่ถ้าหากนักกีฬาผู้นั้นเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายด้านพลังอัตราเร่งของกล้ามเนื้อขาที่ต่ำและมีการพักผ่อนสภาพร่างกายที่ช้า แล้ว ยิ่งจะเป็นเรื่องยากมากที่จะได้มาซึ่งชัยชนะ โดยจะสังเกตเห็นได้จากจังหวะสุดท้ายก่อนถึงเส้นชัย นักกีฬาแต่ละคนจะมีสภาพร่างกายที่เมื่อยล้ามาก ผู้ฝึกสอนจะต้องหาวิธีการฝึกเพื่อที่จะเพิ่มพลังอัตราเร่งกล้ามเนื้อขาในการโยกตัวดึงใบและยืนบนบอร์ดได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วได้รับชัยชนะในที่สุด ดังนั้นนักกีฬาวินเชิร์ฟจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับโปรแกรมการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนเพื่อเสริมสร้างและเก็บรักษาความแข็งแรง ความเร็วพลังกล้ามเนื้อขาไว้สำหรับในการสร้างอัตราเร่งของกล้ามเนื้อขาในการโยกตัวดึงใบเรือด้วยพลังความเร็วให้มีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่ออัตราเร่งกล้ามเนื้อขานักกีฬา วินเชิร์ฟชายทีมชาติไทย เพื่อที่จะได้ทราบว่า รูปแบบการฝึกเชิงซ้อนนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬาชนิดต่างๆนั้นจะสามารถเสริมสร้างเพิ่มพลังความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาเพื่อสร้างอัตราเร่งในการดึงใบและสร้างความสมดุลของกล้ามเนื้อขานักกีฬาวินเชิร์ฟทีมชาติไทยได้มากน้อยเพียงใด ในการที่จะนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมการฝึกซ้อมให้บกพร่องน้อยที่สุดก่อนลงทำการแข่งขัน รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ในการกำกับดูแลการฝึกซ้อมของนักกีฬาในการที่จะก้าวไปสู่การประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาวินเชิร์ฟในระดับนานาชาติต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการสร้างอัตราเร่งการสร้างแรงของกล้ามเนื้อขาในการดึงใบของนักกีฬา วินเชิร์ฟชายทีมชาติไทย

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาวินเชิร์ฟชายทีมชาติไทย ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 14 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยโครงการวิจัยได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนชุดกลางมหาวิทยาลัยมหิดลตามเอกสารรับรองโครงการวิจัย รหัส MU-CIRB 2020/031.3001 ทำการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power 3.1.9.2 เลือกการคำนวณให้สอดคล้องกับการออกแบบวิธีวิจัย (t-test; Matched pairs) เลือกการคำนวณความแตกต่างของ Mean±SD 2 กลุ่ม จากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลัก คือท่าการกระโดดแบบ Counter Movement Jump; CMJ ทำการคำนวณค่า effect size เท่ากับ 1.15 และนำไปคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนด $\alpha = 0.05$, Power; $1-\beta = 0.95$ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 12 คน (ดังรูป) และเผื่อ drop out ร้อยละ 20 จำนวน 2 คน รวมเป็น 14 คน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามิงงานวิจัยที่ทำการศึกษาลักษณะคล้ายคลึงกัน (Tracy A.A. et al)¹⁷

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ เครื่อง Force Plate โดยบริษัท Kistler ผลิตประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และเครื่องทดสอบประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ ระบบ ไอโซไคเนติก โดยบริษัท BIODEx ผลิตที่ประเทศเยอรมนี

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย เป็นนักกีฬาฟันดาไทยชายทีมชาติไทย อายุระหว่าง 15-32 ปี ได้มีการฝึกซ้อมและแข่งขันมาแล้วอย่างน้อย 1 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ร่างกายแข็งแรงไม่มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยใดๆ สนใจในการเข้าร่วมในการวิจัยและยินยติลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับการทดสอบการยืนกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหว (Countermovement jump) เป็นดังนี้คือ เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องวัดแรงกระแทก (Force Plate) ดังภาพที่ 1 (ค่าความไว เป็น เฮิร์ซ และค่าจำเพาะ เป็น นิวตันต่อมิลลิวินาที) และคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 1 แท่นวัดแรงกระแทก

ผู้ทดสอบทำการอธิบายและทำความเข้าใจของแบบทดสอบให้ผู้เข้าร่วมทดสอบทราบ หลังจากนั้นให้ผู้ร่วมทดสอบทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ เมื่อผู้เข้าร่วมทดสอบพร้อมให้ทำการขึงน้ำหนักก่อนโดยยืนบนแผ่น วัดแรงกระแทก บันทึกข้อมูลส่วนตัว ให้ผู้ร่วมการทดสอบลองทำการกระโดดบนแผ่นเพื่อดูระยะของแผ่นและตำแหน่งยืน และตำแหน่งที่ตกลงแผ่นรับแรงกระแทก เมื่อผู้ร่วมทดสอบพร้อมหลังจากนั้นทำการทดสอบจริง ดังตัวอย่างลักษณะการกระโดดดังภาพที่ 2 โดยทำการทดสอบแบบการกระโดดสูงด้านการเคลื่อนไหว เพื่อวัดค่าอัตราเร่งในการสร้างแรง โดยเอามือทั้งสองข้างเท้าเอว เมื่อได้สัญญาณ ให้ย่อเข่าลง โดยประมาณ 90 องศาแล้วกระโดดตัวให้ลอยขึ้นอย่างรวดเร็วทันที โดยตอนลงสู่พื้น ให้ลงที่แผ่นพอดี ทำการกระโดดทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ดีที่สุดของอัตราเร่งในการสร้างแรง มาทำการวิเคราะห์ผลต่อไปทั้งนี้สามารถวัดค่าอัตราเร่งในการสร้างแรงได้จากค่าแรงปฏิกิริยาพื้นสูงสุดหารด้วยระยะเวลาที่ทำให้เกิดแรงสูงสุด



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหว (Counter movement jump)

สำหรับการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อด้วยระบบ ไอโซไคเนติก (ค่าจำเพาะ เป็น นิวตันเมตร) เป็นดังนี้คือ ทำการวัดและเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และทำการอบอุ่นร่างกายประมาณ 3 นาที นักกีฬาขึ้นนั่งบนเบาะที่นั่งของเครื่องในท่าหย่อนขาทั้งสองข้างพร้อมนั่งตัวตรงหลังพิงพนักพิงผู้ทดสอบ

จะทำการบันทึกข้อมูลต่างๆลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ และปรับ โหมดการทดสอบเป็น Concentric/Concentric โดยเริ่มที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาทีและทำการยืดตึงกล้ามเนื้อส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ พร้อมยืดขาที่จะทำการทดสอบเข้ากับตัวหน่วงแรง ทั้งนี้จะเริ่มทดสอบขาขวาและตามด้วยขาซ้าย ทุกครั้งเสมอ ทำความเข้าใจ อธิบาย ขั้นตอนการทดสอบกับนักกีฬา เมื่อทำการเตรียมความพร้อมทุกอย่าง นักกีฬาจะทำการทดลองเตะขาข้างที่จะทดสอบขึ้นลงเบาๆเพื่อสร้างความคุ้นเคยและอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 10 ครั้ง หลังจากนั้นให้นักกีฬาหยุดนิ่งรอฟังสัญญาณ เริ่ม ให้นักกีฬาออกแรงเตะขาด้วยความพยายามสูงสุดเต็มที่จนเหยียดขาสุดแล้วออกแรงด้วยความพยายามสูงสุดในการงอขาเต็มที่จนงอขาสุด ทำอย่างนี้ 6 ครั้งติดต่อกันก็จบการทดสอบ แล้วนำค่าแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Peak Torque) ที่มีค่ามากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ผลต่อไป หลังการทดสอบก็จะทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อขาด้วยการออกแรงเตะและงอขาเบาๆประมาณ 10-15 ครั้ง เมื่อทำการทดสอบขาขวาเสร็จแล้วก็ทำการทดสอบขาซ้ายด้วยวิธีการและขั้นตอนเดียวกัน ถือว่าจบสิ้นกระบวนการทดสอบ ทำการพักคลายกล้ามเนื้อ ประมาณ 10 นาที จึงเป็นการสิ้นสุดการทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS Version 17.3 ทั้งนี้ได้มีการทดสอบการกระจายแบบปกติ (Normality test) ของข้อมูลต่างๆที่ได้มาจากการฝึก โดยนำค่า อัตราการสร้างแรงกับ H:Q ratio แต่ละคนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราสร้างแรง H:Q ratio รวมทั้งค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกด้วยการทดสอบ ค่า t (unpaired t -test) กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รวมทั้งทำการทดสอบเพื่อศึกษาพัฒนาการของโปรแกรมการฝึกด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราสร้างแรง, H:Q ratio รวมทั้งค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ ระหว่าง ก่อนการฝึกและหลังการฝึก ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยการทดสอบ ค่า t (paired t -test) กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ในการคำนวณสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า สามารถคำนวณได้โดยนำค่า peak torque ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังหารด้วย ค่า peak torque ของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของนักกีฬาแต่ละคน และแต่ละระดับความเร็วเชิงมุม

การวิจัยเริ่มตั้งแต่ 1 เมษายน 2563 – 31 มีนาคม 2565 และสถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม และ ศูนย์ฝึกกีฬาวินเซิร์ฟทีมชาติไทย อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นดังนี้

กลุ่ม	อายุ (ปี)	ค่า นัยสำคัญ	น้ำหนัก (กก)	ค่า นัยสำคัญ	ส่วนสูง (ซม)	ค่า นัยสำคัญ	ดัชนีมวลกาย ค่า นัยสำคัญ (กก/ม ²)
ควบคุม	19.28±4.95	0.32	57.42±8.04	0.07	169.64±5.97	0.28	19.87±1.81 0.08
ทดลอง	23.14±8.39		67.28±5.65		174.85±10.57		22.14±2.54

$p>.05$ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดย กลุ่มควบคุมมี อายุ 19.28 ± 4.95 ปี น้ำหนัก 57.42 ± 8.04 กิโลกรัม ส่วนสูง 169.64 ± 5.97 เซนติเมตร และค่าดัชนีมวลกายที่ 19.87 ± 1.81 กิโลกรัม/เมตร² ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มทดลองมี อายุ 23.14 ± 8.39 ปี น้ำหนัก 67.28 ± 5.65 กิโลกรัม ส่วนสูง 174.85 ± 10.57 เซนติเมตร และค่าดัชนีมวลกายที่ 22.14 ± 2.54 กิโลกรัม/เมตร² ตามลำดับ ทั้งนี้ได้ทำการทดสอบความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราเร่งในการสร้างแรงระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึก และหลังการฝึก

อัตราเร่งในการสร้างแรง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ ที่	ค่ามีนัยสำคัญ
ก่อนการฝึก				
กลุ่มควบคุม	5243.39	780.33	-0.006	0.995
กลุ่มทดลอง	5246.38	998.98		
หลังการฝึก				
กลุ่มควบคุม	5469.12	1043.03	-0.918	0.377
กลุ่มทดลอง	5889.96	601.04		

$p > .05$ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราเร่งในการสร้างแรงระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึก และหลังการฝึก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงในการยืนกระโดดแบบด้านการเคลื่อนไหว ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ทั้งก่อนการฝึก และหลังการฝึก

ความสูงในการกระโดดสูง				
แบบด้านการเคลื่อนไหว	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ ที่	ค่ามีนัยสำคัญ
<u>ก่อนการฝึก</u>				
กลุ่มควบคุม	28.46	5.37	0.347	0.734
กลุ่มทดลอง	27.54	4.45		
<u>หลังการฝึก</u>				
กลุ่มควบคุม	29.46	5.56	0.247	0.809
กลุ่มทดลอง	30.15	4.90		

$p > .05$ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสูงในการยืนกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ สัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองทั้งชายและชาย่าย ก่อนการฝึก ที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที

สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ				
ต้นขาด้านหลังต่อต้นขาด้านหน้า	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ ที่	ค่ามีนัยสำคัญ
ก่อนการฝึก				
ชาย				
กลุ่มควบคุม	0.502	0.082	0.614	0.550
กลุ่มทดลอง	0.473	0.090		
ชาย				
กลุ่มควบคุม	0.515	0.060	0.816	0.430
กลุ่มทดลอง	0.470	0.133		
หลังการฝึก				
ชาย				
กลุ่มควบคุม	0.555	0.043	0.969	0.352
กลุ่มทดลอง	0.513	0.105		
ชาย				
กลุ่มควบคุม	0.566	0.028	-0.143	0.889
กลุ่มทดลอง	0.576	0.170		

$p > .05$ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

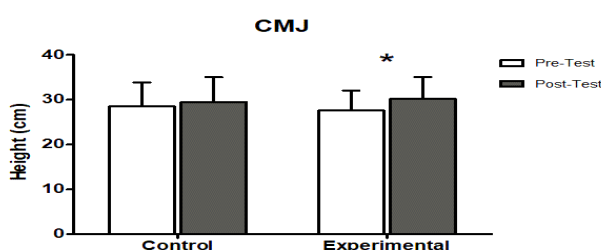
ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าระหว่าง กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ทั้งก่อนการฝึก และหลังการฝึก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

อภิปรายผล

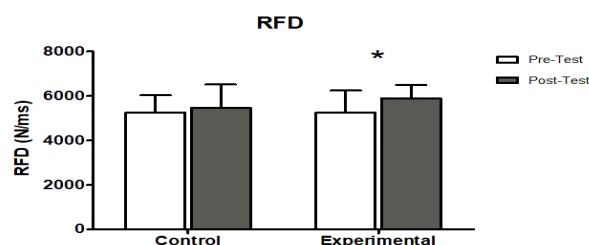
การศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การเพิ่มโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อเสริมสร้างพลังความแข็งแรงในลักษณะที่เป็น การสร้างอัตราเร่งในการพัฒนาแรงให้กับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการยืนกระโดดสูงแบบ ด้านการเคลื่อนไหว สัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า นักกีฬาวินเชิร์ฟ ที่ ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก ที่มี พัฒนาการเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 2,3 และ4) อาจจะเนื่องจากนักกีฬาวินเชิร์ฟทุกคนเป็นนักกีฬาระดับทีมชาติที่มีขีดความสามารถด้านสมรรถภาพ ทางกายที่สูงสุดอยู่แล้ว รวมทั้งลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก็ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ.05 (ตารางที่ 1) จึงเป็นเรื่องที่ยากมากที่จะทำให้ค่าสมรรถภาพทางกายต่างๆเพิ่มสูงขึ้นอย่างโดดเด่นจนเห็นความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่านักกีฬามีสมรรถภาพทางกายที่ลดถอยลง โดยเฉพาะจะเห็นว่า กลุ่มทดลองมีค่า อัตราแรงการสร้างแรง ความสามารถในการย่นกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหว และค่าสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ที่ระดับความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพื่อความชัดเจนของการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยจะอภิปรายผลการวิจัยดังนี้คือ

การฝึกเชิงซ้อน เพื่อสร้างพลังความแข็งแรงในการสร้างอัตราเร่งของกล้ามเนื้อต้นขา หลังจากนักกีฬา วินเซิร์ฟ กลุ่มทดลองทุกคนได้ทำการฝึกเชิงซ้อน ครบ 6 สัปดาห์พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าอัตราเร่งในการสร้างแรง ละค่าความสามารถในการกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหวมีแนวโน้มที่พัฒนาสูงขึ้นทั้งกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แต่พบว่า กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกเชิงซ้อนนั้นระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกมีพัฒนาการที่ดีขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงในการย่นกระโดดสูงแบบด้านการเคลื่อนไหวระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ($p < .05^*$)



ภาพที่ 4 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราเร่งในการสร้างแรงระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ($p < .05^*$)

สอดคล้องกับ Burger และคณะ¹⁸พบว่า เมื่อทำการฝึกเชิงซ้อนในกลุ่มทดลองแล้วส่งผลให้ค่าความสามารถในการย่นกระโดดสูง (vertical jump) ดีขึ้น 2.8 เซนติเมตรในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าสูงเพิ่มขึ้นเพียง 0.1 เซนติเมตร โดยการฝึกเชิงซ้อนนั้นอาจเป็นการฝึกที่กระตุ้นเพิ่มการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อลายที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วประเภทบี ที่จะนำไปสู่การก่อให้เกิดกลไกการกระตุ้นพลังหลังการระดมประสาทมาทำงานสร้างพลังกล้ามเนื้ออย่างทันทีทันใด ซึ่งจะสอดคล้องกับจังหวะการออกตัวของนักกีฬา วินเซิร์ฟที่ต้องการช่วงชิงจังหวะจากคู่ต่อสู้ในการออกแรงของกล้ามเนื้อขณะย่อตัวดึงใบให้แล่นไปได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งการระดมพลังประสาทของหน่วยยนต์และการเร่งการเผาผลาญสร้างพลังงานภายในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วก่อให้เกิดการประสานงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อได้ดีมีปฏิริยานำไปสู่การตื่นตัวกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำงานหลัก และยับยั้งการส่งกระแส

ประสาทไปยังกลุ่มเนื้อที่ช่วยพุงที่ทำงานตรงกันข้าม กลไกการทำงานนี้จะช่วยเพิ่มการส่งกระแสพลังประสาทมาที่กล้ามเนื้อหลักในการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะจังหวะการออกตัวที่ต้องมีการถ่ายแรงจากขา สะโพก สู้ลำตัวแล้วส่งไปยังหัวไหล่ในการออกแรงดึงใบ เพราะการออกตัวที่ดีแล้วจึงจังหวะพาดบอร์ดไปอยู่ข้างหน้าและสูงกว่าเพื่อการช่วงชิงจังหวะในการสร้างโอกาสของการขึ้นลมได้ก่อนเพื่อช่วยในการบังลมคู่แข่งขึ้นรวมทั้งสามารถควบคุมทิศทางของการเคลื่อนที่ของวินเซิร์ฟได้ดี ดังนั้นจังหวะการออกแรงยอตัวบนกระดานด้วยขาทั้งสองข้างเพื่อการสร้างอัตราเร่งส่งแรงให้บอร์ดพุ่งไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วและเกิดความสมดุลขณะเคลื่อนที่ รวมทั้งเชื่อมโยงกับจังหวะการออกแรงดึงใบสู่การรับลมให้ได้มากที่สุด นอกจากจะเกิดจากการฝึกซ้อมทักษะเทคนิคของวินเซิร์ฟที่ดีแล้วอีกปัจจัยหนึ่งคือ น่าจะเป็นผลมาจากการฝึกเชิงซ้อนที่เป็นการฝึกเพื่อเสริมสร้างพลังระเบิดในการสร้างอัตราเร่งนั่นเองสอดคล้องกับการศึกษาในนักกีฬา วอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทยเมื่อทำการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ครบ 6 สัปดาห์ มีค่าอัตราเร่งดีขึ้น¹⁹ และมีรายงานว่าการฝึกเสริมด้วยการฝึกยกน้ำหนักกับพลัยโอเมตริก สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดสูงและเพิ่มศักยภาพของพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดี²⁰ โดย การฝึกเชิงซ้อนนั้น เป็นการฝึกที่ผสมผสานกันของข้อต่อจำนวนมากเพื่อสนับสนุนการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลของการฝึกไม่เพียงแต่ได้การสร้างแรงกล้ามเนื้อจำนวนมากแต่ยังได้พลังกล้ามเนื้อสูงสุดออกมาเช่นกัน และก็มีการศึกษาที่ผ่านมามากมายเช่นกันที่ว่า อัตราการพัฒนาแรงกล้ามเนื้อสูงสุด จะส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างพลังระเบิดกล้ามเนื้อในการกระโดดได้สูงสุด²¹ และ การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาได้มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05² และผลของพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของวงจรการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออกแล้วหดตัวสั้นเข้าอย่างทันทีทันใด³ โดยการฝึกเชิงซ้อนส่งผลให้ขีดความสามารถของนักกีฬาฟุตบอล ในการวิ่งเร็วสุดระยะ 5 เมตร และ 15 เมตร รวมทั้งสามารถกระโดดต่ำแบกย่อ ได้ดีขึ้น และยังได้แนะนำว่า การฝึกเชิงซ้อน เป็นกลยุทธ์ที่เพียงพอต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความเร็วของนักฟุตบอล²²

การฝึกเชิงซ้อนพัฒนาความสมดุลและสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าทั้งขาขวาและขาซ้าย จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกเชิงซ้อนนั้นมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าทั้งขาขวาและขาซ้าย ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นผลดีต่อความสมดุลและการป้องกันการบาดเจ็บของหัวเข่าได้ เพราะว่า การลดลงของสัดส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังต่อกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าเป็นสาเหตุหลักที่จะส่งผลให้เอ็นไขว้หน้าหัวเข่ามีความเสี่ยงสูงมากที่จะเกิดการบาดเจ็บได้ ในการมุ่งเน้นฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ส่งผลให้ค่า H:Q ratios เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเกือบถึง 1.0 จึงมีความสำคัญมากต่อการป้องกันการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าหัวเข่า²³ ซึ่ง ผลจากความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อต้นขาของนักกีฬาที่ไม่เคยฝึกยกน้ำหนักเพื่อสร้างความแข็งแรงจะนำไปสู่รูปแบบการบาดเจ็บตรงหัวเข่าที่จะตามมามากกว่านักกีฬาที่เคยฝึกยกน้ำหนักมาก่อนและกล้ามเนื้อต้นขาที่ขาดความสมดุลอาจจะนำไปสู่การแสดงออกทางศักยภาพขีดความสามารถทางกีฬาที่ด้อยค่าลงอย่างชัดเจนอันเป็นผลมาจากการบาดเจ็บเช่นบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อแฮมสตริง²⁴ จะเห็นว่านักกีฬาวินเซิร์ฟต้องการความสมดุลของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาทั้งขาขวาและขาซ้ายโดยในช่วงลมแรงนั้น ยิ่งลมแรงมากการการกดบอร์ด(เรือ)ให้ติดอยู่กับผิวน้ำเป็นสิ่งสำคัญเพราะว่าหากกดบอร์ดไม่อยู่แล้วบอร์ดลอยขึ้นเหนือผิวน้ำก็จะมีผลต่อความเร็วคือการหยุดอัตราเร็วทำให้ความเร็วลดลงแต่หากทำการกดบอร์ดได้ดีสามารถควบคุมทิศทางในการเคลื่อนที่ให้สัมพันธ์กับการดึงใบด้วยการโหนออกแรง รวมกับสมดุล

ร่างกายที่มั่นคง นั่นคือ การกดและควบคุมบอร์ดให้อยู่ได้ดีส่งผลให้เรือแล่นไปได้เร็วมากขึ้น ดังนั้นความแข็งแรงและความสมดุลของกล้ามเนื้อขาจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความได้เปรียบในการดึงใบส่งให้เรือไปได้เร็วขึ้น และการฝึกเชิงซ้อนจึงเป็นกลยุทธ์การฝึกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการฝึกที่เฉพาะเจาะจงด้านพลังกล้ามเนื้อและความสมดุลให้กับนักกีฬาทั้งประเภททีมและบุคคล²⁵ การฝึกเชิงซ้อนในรูปแบบการฝึกยกน้ำหนักร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริกให้กับนักวินเชิร์ฟจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะสามารถเพิ่มทั้งความสมดุลให้กับร่างกายได้เท่าๆกันกับความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อขา นักกีฬา

สรุปผลการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อสร้างพลังระเบิดและอัตราเร่งของกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาวินเชิร์ฟในการออกแรงโยกตัวดึงใบในช่วงจังหวะการออกตัวจากจุดปล่อยตัวที่เป็นการเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวจากเท้าสู่สะโพกผ่านลำตัวไปยังหัวไหล่สู่กล้ามเนื้อแขนเป็นพลังลูกโซ่สร้างอัตราเร่งในการดึงใบให้ลู่ลมและขึ้นลมไปเปียดบังจังหวะจนได้เปรียบคู่ต่อสู้ รวมทั้งสามารถควบคุมร่างกายให้เกิดความสมดุลทั้งอยู่กับและขณะเคลื่อนที่ได้อย่างมั่นคง อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้อาจจะยังไม่เห็นประโยชน์ที่ได้จากการฝึกเชิงซ้อนเท่าใดนัก น่าจะเนื่องมาจากระดับสมรรถภาพทางกายและขีดความสามารถของนักกีฬาที่ตีเทียมระดับทีมชาติอยู่แล้วและมีระยะเวลาในการฝึกที่สั้นจึงไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเท่าที่ควร

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาทีมชาติไทยจึงมีจำนวนจำกัดแต่หากทำการเพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นและระยะเวลาในการฝึกเป็น 8-12 สัปดาห์จะช่วยให้เห็นพัฒนาการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งการฝึกในนักกีฬาระดับทีมชาติจะเห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากเนื่องจากนักกีฬาเป็นผู้ที่มีขีดความสามารถสูงสุดอยู่แล้วถ้ามาทำการฝึกในนักกีฬาระดับสมัครเล่นจะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิจกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสมาคมกีฬาวินเชิร์ฟแห่งประเทศไทยและนักกีฬาวินเชิร์ฟทีมชาติไทย

เอกสารอ้างอิง

1. Chu, D.A. Explosive power and strength. Champaign, IL: Human Kinetics. USA; 1996. 192 pp.
2. Intiraporn C. The comparison of the effects of combined plyometric training and weight training with weight and complex training on leg muscle power development. Chulalongkorn University, Graduate School; 2001
3. Ebben, W.P. and Watts, P.B. A Review of Combined weight training and plyometric training Modes : Complex training. Nat Stre Cond Ass J 1998; 20(5):18-27
4. Robbins, D.W. Post activation potentiation and its practical applicability: a brief review. J Stre Cond Res 2005 ;19(2):453-8
5. Hamada T, Sale DG, Macdougall JD and Tamopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human extensor muscle. J AppPhysio 2000; 88(6): 2131-7.

6. Rixon K.P., Lamont H.S., and Bemben M. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on post activation potentiation performance. *J Stre Cond Res* 2007;21: 500-5.
- 7.Charoen Krabuanrat. Science of Coaching. Sintana Copy Center.Bangkok. 2014.468 p.
- 8.Joyd R., and Deutsch M. Effect of order of exercise on performance during a complex training session in rugby players. *J Sport Sci* 2008; 26(10): 1122
9. Santos J.A.M., and Janeira M.A.A.S.Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Stre Cond Res* 2008: 22(3): 903-9
10. Kukuric A, Karalejic M, Petrovic B, and Jakovljevic S. Effect of complex training on explosive strength of legs extensors in junior basketball players. *Physical Culture, Belgrade* 2009; 63(2): 173-80
- 11.Joseph C.,Tai T.T., Josh S. and Lina L. Maximal strength training improves surfboard sprint and endurance paddling performance in competitive and recreational surfers. *J Stre Cond Res* 2016; 31(1) 244-53
- 12.Andrianopoulos V.and Vogiatzis I. Windsurfing: The Physiology of Athletic Performance and Training n book: *Extreme Sports Medicine*.2017; pp.(357-63)
13. Buchanan M. Cunningham P, and Dyson RJ. Electromyographic activity of beating and reaching during simulated boardsailing. *J Sport Sci*1998;14:131-7
14. Guevel A, Hogrel JY, and Marinni JF. Fatigue of elbow flexors during repeated of flexion extension cycle; effect of movement strategy. *Int. J Sports Med*.2000; 21:492-8
15. Resende NM, de Magalhaes Neto AM, and Bachini F.Metabolic changes during a field experiment in a world class windsurfing athletes; a trial with multi- variate analyses. *OMICS*.2011;15:695-704
16. Crum, A.J., Kawamori, N., Stone, M.H., & Haff, G.G. The acute effects of moderately loaded concentric-only quarter squats on vertical jump performance. *J Stre Cond Res*, 2012; 22(3): 726-30
17. Tracy A. Axel, Jill A. Crussemeyer, Kevyn Dean and Douglas E. Young. Field test performance of junior competitive surf athletes following a core strength training program. *Inter J Exer. Sci.* 2018; 11(6); 696-707
- 18.Burger T., Boyer-Kendric T. and Dolny D. Complex training compared to a combined weight training and plyometric program. *J Stre Cond Res*. 2000;14(3):360
19. Treeraj A. and Kamutsri T. Effect of Weight Training on Hamstrings to Quadriceps Peak Torque Ratio in Thai Female National Volleyball Players. *J Sports SciTech*.2020; 20(2): 40-53
- 20.Rahimi E., and Behpur N. The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. *Phy.Edu. and Sport J.* 2005;3(1): 81-91.
- 21.Behm.DG. and Sale DG. Velocity specificity of Resistance training. *Sport Med.* 1993; 15(6);374-88
22. Alves JMVC.,Rebelo AN., Abrantes C.,and Sampaio J.The short term effects of complex and contrast training on soccer players' vertical jump,sprint,and agility abilities. *J. Stre. Cond. Res.* 2010; 24: 936-41.

23. 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): 41-7
24. 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.
- 25.Ebben WP., and Blackard DO. Complex training with combined explosive weight training and plyometric exercise. Sport Medicine Science Council. 1997;7(4): 11-2.