วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
Journal of Sports Science and Health
วารสารวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Academic Journal of Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University
ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน 2565)
Vol. 23 No.1, January - April 2022
Online Journal : https://he02.tci-thaijo.org/index.php/spsc_journal/index
****

สารบัญ (Content)

หน้า (Page)

สารจากบรรณาธิการ (Letter from the editor)

บทความวิชาการ (Review Articles)

❖ การออกกำลังกายเพื่อลดความดันโลหิตสูง: กลไกเชิงวิทยาศาสตร์ 1
EXERCISE AS AN ANTI-HYPERTENSIVE TOOL: SCIENTIFIC MECHANISMS
คุณัญญา มาสดใส, ปัทมา เกิดกาญจน์ และรุ่งชัย ชวนไชยะกูล

บทความวิจัย (Research Articles)

วิทยาศาสตร์การกีฬา (Sports Science)

❖ ผลของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักด้วยมุม 30 และ 60 องศา ที่มีต่อ 22
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและแรงปฏิกิริยาจากพื้นในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลหญิง
EFFECTS OF ROPE ANGLES IN WEIGHTED SLED RUNNING ON ELECTROMYOGRAPHY AND GROUND REACTION FORCE IN FEMALE RUGBY
ณัฐณิชา ทองพัฒนวงศ์ และนงนภัส เจริญพานิช
Natnicha Thongphattanawong and Nongnapas Charoenpanich

❖ ผลของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา 41
ในนักกีฬาฟุตซอลระดับเยาวชน
THE EFFECTS OF SMALL-SIDED GAMES ON PHYSIOLOGICAL CHANGES IN YOUTH FUTSAL PLAYERS
สำราญ ศรีสังข์
Samran Srisung

สารบัญ (Content)

หน้า (Page)

❖ ผลของการเปรียบเทียบการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก ที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย 56
EFFECTS OF CONTINUOUS AND INTERMITTENT COLD WATER IMMERSION ON MUSCULAR PERFORMANCE RECOVERY IN VARSITY MALE TENNIS PLAYERS
อริศ กิริยา และคนางค์ ศรีหิรัญ
Aris Kiriya and Kanang Srihirun

การจัดการการกีฬา (Sports Management)

❖ การวิเคราะห์วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา พ.ศ. 2508 – 2560 67
AN ANALYSIS OF THAI SPORT SCIENCE ACADEMIC JOURNALS: FROM 1965 TO 2017
ปัณณธร วุฒิปริยาธร, ชุติมา สัจจานันท์ และพจน์ ไชยเสนา
Pannatorn Woottipriyatorn, Chutima Sacchanand and Pot Chaisena

❖ การพัฒนาตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย 83
THE DEVELOPMENT OF A STRATEGIC MODEL FOR VALUE ADDED CREATION OF THE PROFESSIONAL TAKRAW COMPETITION IN THAILAND
กิตติคุณ แสงนิล และอุษา ศรีไชยา
Kittikun Sangnin and Usa Srichaiya

วิทยาการส่งเสริมสุขภาพ (Health Promotion Science)

❖ ผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน 102
EFFECTS OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON BODY COMPOSITION, PULMONARY FUNCTION AND RESPIRATORY MUSCLES STRENGTH IN SEDENTARY ADULTS WITHOBESITY
สรวิศ ลาภธนชัย และวรรณพร ทองตะโก
Sorawit Lapthanachai and Wannaporn Tongtako

สารบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพฉบับนี้ เป็นฉบับแรก (มกราคม – เมษายน 2565) ของปีที่ 23 ในการจัดทำวารสารนี้ โดยมีบทความวิชาการที่น่าสนใจ เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อลดความดันโลหิตสูง: กลไกเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งหวังว่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬาและบุคคลทั่วไปที่สนใจ นอกจากนี้ในฉบับนี้ยังมีบทความวิจัย อาทิเช่น ผลของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักด้วยมุม 30 และ 60 องศา ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและแรงปฏิกิริยาจากพื้นในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลหญิง การพัฒนาตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย และผลของการเปรียบเทียบการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย เป็นต้น อีกเรื่องหนึ่งที่จะขอแจ้งทั้งท่านที่เป็นสมาชิกวารสารและผู้สนใจทั่วไปทราบ คือ วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพได้มีเว็บไซต์ใหม่แล้ว ซึ่งทุกท่านสามารถเข้าไปเยี่ยมชมได้ทั้งทางเว็บไซต์ใหม่ของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (www.spsc.chula.ac.th) และทางลิงค์ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (https://he02.tcithaijo.org/index.php/spsc_journal/index โดยวารสารที่ได้รับการตีพิมพ์จะได้นำขึ้นเว็บไซต์ดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้สืบค้นและ Download ข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ขออวยพรให้ทุกท่านมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง และปลอดภัยจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัส 19 และขอเป็นกำลังใจให้ทุกท่านในการผลิตผลงานวิชาการที่มีคุณภาพต่อไป โดยไม่ย่อท้อต่อปัญหาอุปสรรคต่างๆ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพให้มีความก้าวหน้ายิ่งๆขึ้นไป

บรรณาธิการ

Exercise as an Anti-Hypertensive Tool: Scientific Mechanisms

การออกกำลังกายเพื่อลดความดันโลหิตสูง: กลไกเชิงวิทยาศาสตร์

คุณัญญา มาสดใส[1], ปัทมา เกิดกาญจน์[2], รุ่งชัย ชวนไชยะกูล[3]

[1] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

[2] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

[3] วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล จ.นครปฐม

Received: 2 November 2564 / Revised: 23 December 2564 / Accepted:1 April 2565

บทคัดย่อ

โรคความดันโลหิตสูง (hypertension) เป็นโรคทางระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular diseases; CVD) ที่มีความบกพร่องของทั้งโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด การออกกำลังกายถือเป็นวิธีหนึ่งของการรักษาโรคความดันโลหิตสูงแบบไม่ใช้ยา (non-pharmacologic intervention) ที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย โดยแบ่งเป็นสองชนิดหลักๆ คือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise) และแบบใช้แรงต้าน (resistance exercise) แต่อย่างไรก็ตาม กลไก (mechanism) ที่อธิบายผลของการออกกำลังกายต่อการลดความดันโลหิตนี้ ยังไม่มีความชัดเจนและยังมีข้อขัดแย้งในบางประเด็น บทความนี้จึงมุ่งเน้นทบทวนงานวิจัยที่ศึกษากลไกที่อธิบายผลของการออกกำลังกายทั้งเฉียบพลันและการฝึกต่อร่างกายทั้งระดับระบบต่าง ๆ จนถึงระดับโมเลกุล

คำสำคัญ: ความดันโลหิตสูง, กลไกของการเกิดโรคความดันโลหิตสูง, การออกกำลังกายแบบแอโรบิก, การทำงานของหลอดเลือด, เยื่อบุผนังหลอดเลือด

Corresponding Author: ดร.คุณัญญา มาสดใส คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ E-Mail: Kunanya.M@chula.ac.th

บทนำ

โรคความดันโลหิตสูงหมายถึงโรคที่พบว่ามีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) หรือ ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (diastolic blood pressure: DBP) เกินกว่าหรือเท่ากับ 140 หรือ 90 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ ซึ่งเป็นโรคของระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular diseases; CVD) ที่พบได้บ่อยในประชากรหลายล้านคนทั่วโลก จากการรายงานขององค์กรอนามัยโลก (World health organization; WHO) พบว่าทั่วโลก มีผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่เป็นผู้ใหญ่มากถึง 1.28 พันล้านคน โดยคาดการณ์ว่าในจำนวนนี้ 46% ไม่รู้ตัวว่าเป็นโรคนี้อยู่ ในขณะที่ประเทศไทยก็พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยสูงมากถึง 13 ล้านคนในปี 2557 และเพิ่มขึ้นเกือบ 6 ล้านคนในปี 2561 มีการประเมินว่าประเทศไทยต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงนี้มากถึงปีละ 8,000 ล้านบาทต่อจำนวนประชากร 10 ล้านคน (กรมควบคุมโรค, 2563)

โรคความดันโลหิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวสูงหรือ isolated systolic hypertension เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความล้มเหลวแก่อวัยวะต่าง ๆ ได้ (Oparil et al., 2018) จึงเป็นอีกหนึ่งความท้าทายทางด้านสาธารณสุข (Carretero & Oparil, 2000) ซึ่งจำเป็นต้องหาวิธีการป้องกันและรักษาโรคความดันโลหิตสูงอย่างจริงจังมากขึ้น ทั้งนี้สาเหตุการเกิดโรคความดันโลหิตสูงนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Egan et al., 2014) ตัวอย่างเช่น โรคอ้วน, ภาวะดื้อต่ออินซูลิน,การดื่มแอลกอฮอล์มากเกิน, การได้รับเกลือมากเกิน, การได้รับโปแตสเซียมและแคลเซียมปริมาณต่ำ ความเครียด, อายุที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงการใช้ชีวิตแบบเนือยนิ่ง (sedentary lifestyle) โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงข้างต้น ส่งผลเสียต่อการขับโซเดียม (sodium excretion) การตอบสนองของหลอดเลือด (vascular reactivity) และแรงการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac contractility) มีผลให้ค่าความต้านทานรวมในหลอดเลือดเพิ่มขึ้น (total vascular resistance) และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในหนึ่งนาที (cardiac output) ลดลง โดยกลไกหนึ่งที่สำคัญ คือ มีความผิดปกติของการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดผิดปกติ (vascular Endothelial dysfunction) (Feletou & Vanhoutte, 2006; Endemann & Schiffrin, 2004) ซึ่งการเกิดความดันโลหิตสูงในระยะยาวจะทำลายทั้งโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด โดยเฉพาะที่ผนังชั้นกลางและชั้นในสุดของผนังหลอดเลือดแดง (Brown & Haydock, 2000)

ด้วยความกังวลต่อโรคความดันโลหิตสูงเกี่ยวกับเรื่องค่าใช้จ่ายในการรักษาและผลข้างเคียงของการใช้ยาความดันโลหิตสูงในระยะยาว จึงนำไปสู่การหาแนวทางในการดูแลรักษาโรคความดันโลหิตสูงโดยไม่ต้องใช้ยา (non-pharmacological treatment) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายและมีผลข้างเคียงต่อร่างกายน้อยกว่าการใช้ยา ได้แก่ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดำเนินชีวิต การรับประทานอาหารที่ดีต่อการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ลดอาหารที่หวานจัด เค็มจัด รวมไปถึงการออกกำลังกายเป็นประจำ การศึกษาวิจัยหลายฉบับได้ศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายต่อการลดความดันโลหิต (Rossi et al., 2012; Wellman et al., 2020) บทความวิเคราะห์อภิมาน

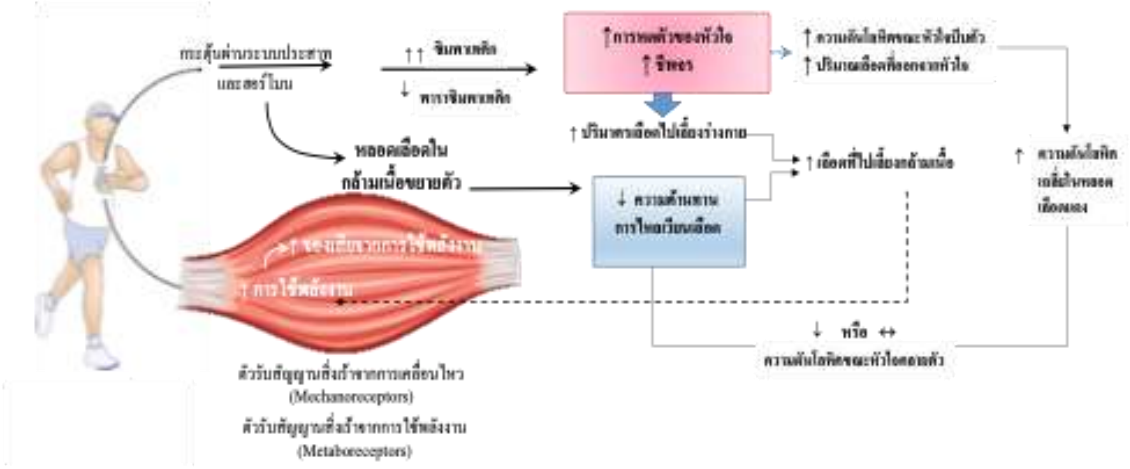
(meta-analysis) รายงานว่าแพทย์ควรแนะนำให้ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคความดันโลหิตสูงออกกำลังกายเป็นประจำเพื่อผลในการป้องกันในเบื้องต้นก่อน (Noone et al., 2020) นอกจากนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางสามารถรักษาโรคความดันโลหิตสูงได้ ในขณะที่การออกกำลังกายแบบแรงต้านแบบมีการเคลื่อนไหวร่วมด้วย (dynamic resistance exercise) ช่วยลดทั้งความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Ghadieh & Saab, 2015) อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงกลไกที่เกิดจากผลของการออกกำลังกายชนิดต่าง ๆ ต่อการลดความดันโลหิตยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด จึงเป็นที่มาของบทความนี้ ที่มุ่งทบทวน วิเคราะห์และสรุปกลไกทางสรีรวิทยาในระดับระบบและในระดับโมเลกุลที่อธิบายผลของการออกกำลังกายในการลดความดันโลหิต

1. การออกกำลังกายและความดันโลหิต

1.1 ผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายต่อความดันโลหิต (acute effect of exercise on blood pressure)

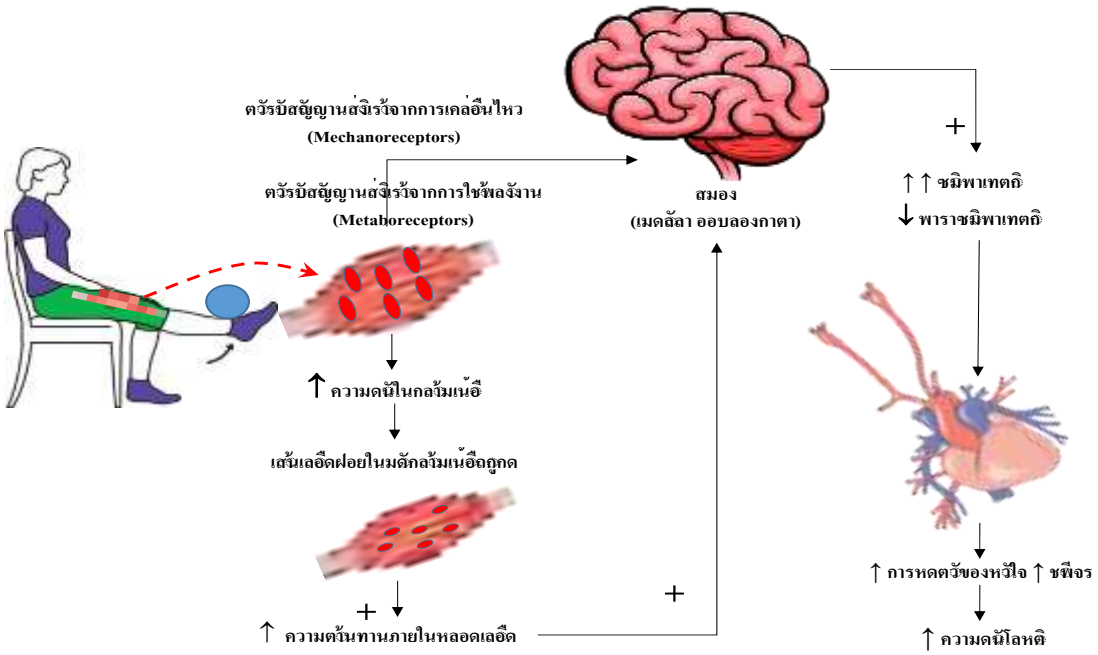
1.1.1 การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise)

ในระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ระดับการเผาผลาญจะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งทำให้มีการเพิ่มขึ้นทั้งชีพจร (heart rate; HR) และการบีบตัวของหัวใจ (cardiac contraction) หรือประสิทธิภาพการบีบตัวของหัวใจ (ejection fraction; EF) ซึ่งส่งผลให้มีการเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (stroke volume; SV) และการกระจายเลือดไปยังมัดกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงาน โดย



รูปที่ 1: แผนภาพแสดงกลไกทางสรีรวิทยาของการควบคุมระดับความดันโลหิตของร่างกายในขณะออกกำลังกายแบบแอโรบิก สัญลักษณ์: ↑, เพิ่มขึ้น; ↓, ลดลง; ↔, ไม่เปลี่ยนแปลง

(ดัดแปลงจาก Ghadieh & Sabb, 2015)



การตอบสนองเหล่านี้เกิดจากกลไกการทำงานผสมผสานของฮอร์โมนและระบบประสาท (neurohormonal mechanism) (รูปที่ 1) และกลไกการทำงานของแรงดันภายในหลอดเลือด (hydrostatic mechanism) ซึ่งความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวที่สูงขึ้นนั้นเกิดจากการบีบตัวของหัวใจเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวลดลงหรือค่อนข้างคงที่เป็นผลจากความต้านทานรวมของหลอดเลือดส่วนปลาย (total peripheral resistance; TPR) ลดลงจากการขยายตัวของหลอดเลือด ทำให้ค่าความดันโลหิตเฉลี่ยในหลอดเลือดแดง (mean arterial blood pressure; mABP) เพิ่มขึ้นแต่ไม่มากนัก (Ghadieh & Saab, 2015) ทั้งนี้การตอบสนองดังกล่าวจะแปรผันตรงกับระดับความหนักที่ใช้ในการออกกำลังกาย (exercise intensity)

1.1.2 การออกกำลังกายแบบแรงต้าน (resistance exercise)

การออกกำลังกายแบบแรงต้านส่งผลทำให้ความดันโลหิตทั้งสองค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ซึ่งเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความดัน (pressure reflex) ซึ่งในขณะ ที่ออกกำลังกายแบบแรงต้าน การหดตัวของกล้ามเนื้อ (muscle contraction) จะทำให้ความดันในกล้ามเนื้อ (intramuscular pressure) สูงขึ้นและจะขัดขวางการไหลของเลือดในหลอดเลือดแดง ส่งผลทำให้ ความต้านทานภายในหลอดเลือดแดงเพิ่มขึ้น และทำให้ความดันโลหิตในหลอดเลือดแดงเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ การออกกำลังกายแบบแรงต้านยังกระตุ้นตัวรับสัญญาณสิ่งเร้าจากการเคลื่อนไหว (mechanoreceptors) และตัวรับ

สัญญาณสิ่งเร้าจากการใช้พลังงาน (metaboreceptor) ที่อยู่ภายในกล้ามเนื้อมัดที่ทำงานจะส่งสัญญาณไปยังศูนย์กลางของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่สมองส่วนเมดัลลาออบลองกาตา (Medulla oblongata) ซึ่งจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นหัวใจมีการบีบตัวมากขึ้นเพื่อเอาชนะแรงต้านทานภายในกล้ามเนื้อ ดังนั้นการออกกำลังกายแบบแรงต้านจึงทำให้ SBP และ DBP สูงกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Cardoso et al., 2010) (รูปที่ 2)

ภายหลังการออกกำลังกาย ความดันโลหิตทั้งสองค่าจะลดลงทันทีและมีค่าต่ำกว่าค่าปกติ ซึ่งเรียกว่า ความดันโลหิตต่ำหลังออกกำลังกาย (post-exercise hypotension; PEH) เกิดจากการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) โดยสารไนตริกออกไซด์ (nitric oxide; NO) ที่หลั่งจากเซลล์เยื่อบุภายในหลอดเลือด (endothelial cell) ซึ่งสารนี้จะต้องอาศัยการกระตุ้นจากการเพิ่มของการไหลของเลือด (blood flow) ที่เป็นผลมาจากการออกกำลังกาย (Kapilevich et al., 2020) นอกจากนี้ PEH ยังเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติและฮอร์โมน (neural and hormonal-mediated pathways) ในการยับยั้งกระแสประสาทซิมพาเทติกหลังการออกกำลังกาย (post-exercise sympathoinhibition) ทั้งนี้เกิดได้ทั้งภายหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน และขึ้นอยู่กับระดับความหนัก (intensity) และระยะเวลา (duration) ที่ใช้ในการออกกำลังกายด้วย นอกจากนี้การเกิด PEH มักจะพบมากในผู้ที่เป็นความดันโลหิตสูงที่ไม่ได้รับการรักษาเมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ใช้ยาหรือเทียบกับคนที่มีความดันโลหิตปกติ อีกทั้งยังพบผลมากกว่าในการออกกำลังกายในน้ำ (water-based exercise) เมื่อเทียบกับการออกกำลังกายบนบก (land-based exercise) (Bocalini et al., 2017)

1.2 ผลระยะยาวของการฝึกออกกำลังกายต่อความดันโลหิต (chronic effect of exercise on blood pressure)

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sports Medicine; ACSM) ได้แนะนำให้ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำอย่างน้อย 30 นาทีในทุก ๆ วัน ที่ความหนักระดับปานกลาง (ประมาณ 40-60% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด) ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านแบบมีการเคลื่อนไหวร่วมด้วย อย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ ที่ความหนักระดับปานกลาง 2–3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 8-12 ครั้งต่อเซต (ประมาณ 60-80% ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุด) (Pescatello et al., 2004)

1.2.1 การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic training)

การศึกษาแบบการวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) จำนวน 2 เรื่อง พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีประสิทธิผลต่อผู้ป่วยความดันโลหิตสูงเป็นอย่างมาก จากการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized control trial; RCT) โดยให้อาสาสมัครที่มีความดันโลหิตสูงออกกำลังกายแบบแอโรบิก ที่ระดับความหนักปานกลาง เป็นเวลา 60 นาทีระยะเวลา ≥4 สัปดาห์ ช่วยลด SBP ได้ 8.3 มิลลิเมตรปรอท (ช่วงระหว่าง -10.7 ถึง -6.0 มิลลิเมตรปรอท) และ DBP ได้ 5.2 มิลลิเมตรปรอท (ช่วงระหว่าง -6.9

ถึง -3.4 มิลลิเมตรปรอท) (Cornelissen & Smart, 2013) และอีกการศึกษาด้วยการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม จำนวน 27 เรื่อง จากอาสาสมัครทั้งหมด 1,480 คน โดยได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพื่อลดความดันในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง พบว่า มีค่าเฉลี่ยของ SBP ลดลง 10.8 มิลลิเมตรปรอท และค่าเฉลี่ย DBP ลดลง 4.7 มิลลิเมตรปรอท ทั้งนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ช่วยในการลดความดันโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง (> 60% ของชีพจรสูงสุดตามเกณฑ์อายุ) ขึ้นไปและทำต่อเนื่องเป็นประจำนานกว่า 12 สัปดาห์ขึ้นไป (Borjesson et al., 2016) และยังพบว่าการออกกำลังกายด้วยจักรยานที่ระดับความหนัก 50% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen consumption; VO_2max) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ช่วยลดความดันโลหิตและช่วยเพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือดหลังถูกปิดกั้นการไหล (flow mediated dilation; FMD) ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ยังพบว่า การฝึกด้วยจักรยาน ที่ระดับความหนัก 50% ของ ชีพจรสำรอง (heart rate reserve; HRR) เป็นเวลาหกเดือน ช่วยเพิ่มระดับไนตริกออกไซด์ในเลือด ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับการลดลงของความดันโลหิตในหญิงวัยหมดประจำเดือน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ

1.2.2 การฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้าน (resistance training)

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อการลดความดันโลหิตในปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด จากการศึกษาแบบวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) แบบมีกลุ่มควบคุม จำนวน 64 เรื่อง โดยอาสาสมัครที่มีความดันโลหิตสูง จำนวน 2,344 คน ซึ่งมีอาสาสมัครประมาณ 15% มีการใช้ยาเพื่อลดความดันโลหิต ซึ่งให้อาสาสมัครออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านแบบมีการเคลื่อนไหวร่วมด้วย (dynamic resistance exercise) ประกอบด้วย การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักระดับปานกลาง ระยะเวลา 2.8± 0.6 สัปดาห์ 48 – 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ จำนวน ช่วยลด SBP ได้ประมาณ มิลลิเมตรปรอท และ 0.4ลด DBP ได้ประมาณ มิลลิเมตรปรอท 0.4 (MacDonald et al., 2016) การศึกษาแบบวิเคราะห์อภิมานอีกชิ้นหนึ่งพบว่าการฝึกแบบแรงต้านที่มีการเคลื่อนไหวส่งผลช่วยลดความดันโลหิตได้ถึง 4 มิลลิเมตรปรอทในผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นความดันโลหิตสูง อย่างไรก็ตามการฝึกข้างต้นไม่ส่งผลในการลดความดันโลหิตในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง (Cornelissen & Smart, (2013 และยังมีการศึกษาก่อนหน้าเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบแรงต้านและการฝึกแบบแอโรบิก ต่อความดันโลหิตและการแข็งตัวของหลอดเลือดในผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นความดันโลหิตสูงและผู้ป่วยความดันโลหิตสูงระยะที่หนึ่ง ผลของการศึกษาพบว่าการฝึกแบบแรงต้านเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ช่วยลดความดันโลหิตได้แต่ส่งผลเพิ่มการแข็งตัวของหลอดเลือด ในขณะที่การฝึกแบบแอโรบิกช่วยลดความดันโลหิตได้ใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังช่วยลดการแข็งตัวของหลอดเลือดในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้ (Collier et al., 2008)

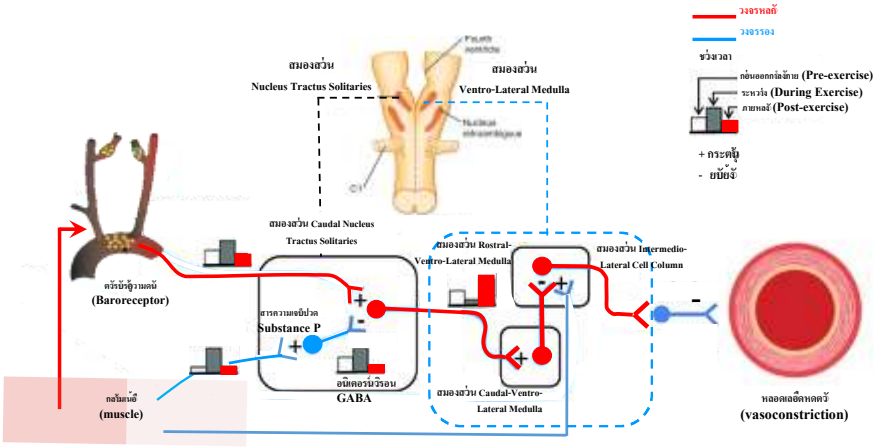
2. กลไกของการออกกำลังกายต่อความดัน

โลหิต (exercise mechanism and blood pressure)

2.1 กลไกทางระบบประสาท (neural-mediated mechanisms)

เนื่องจากการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervus system) โดยเฉพาะการทำงานของระบบซิมพาเทติกส่งผลโดยตรงต่อการปรับตัวของความดันโลหิต และงานวิจัยหลายชิ้นพบว่าผู้ป่วยความดันโลหิตสูงมีการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับคนปกติในวัยเดียวกัน ในขณะการออกกำลังกาย ระบบประสาทซิมพาเทติกจะมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักของการออกกำลังกาย กล่าวคือจากในขณะพักที่ร่างกายมีการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกเป็นหลัก เมื่อเริ่มออกกำลังกายการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกจะค่อย ๆปรับตัวเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ระบบพาราซิมพาเทติกทำงานลดลง โดยสามารถประเมินได้จากการวัดค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate variability; HRV) พบว่าอัตราส่วนระหว่างระบบพาราซิมพาเทติกและซิมพาเทติกขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย (mode of exercise), ระดับสมรรถภาพทางกาย, และแรงที่กระทำกับตัวรับรู้ความดันหรือบารอรีเซพเตอร์ (baroreceptor) จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าในขณะออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน อัตราส่วนดังกล่าวจะเปลี่ยนจาก 4:1 ในขณะพักเป็น 1:1 ที่ความหนัก 65% ของความสามารถสูงสุด หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเป็น 1:4 ที่ 75% ของความสามารถสูงสุด (White & Raven., 2014) ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวส่งผลโดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตในขณะออกกำลังกายทั้งในคนปกติและผู้ป่วยความดันโลหิตสูง (รูปที่ 3) (White & Fernhall, 2015)

เมื่อหยุดการออกกำลังกายทันที ความดันโลหิตจะปรับตัวลดลงและต่ำกว่าขณะพักทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำหลังออกกำลงกาย (PEH) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับตัวของระบบประสาทอัตโนมัติเช่นกัน กล่าวคือระบบพาราซิมพาเทติกปรับตัวทำงานมากขึ้นในขณะที่ระบบซิมพาเทติกทำงานลดลง นอกจากนี้ยังมีกระบวนการปรับตัวของวงจรการตอบสนองความดันหรือการรีเซ็ตของบารอรีเฟล็กซ์ (baroreflex resetting) จากการกระตุ้นของกล้ามเนื้อที่ใช้ในขณะออกกำลังกายที่เพิ่งเสร็จสิ้นไปผ่านทั้งทางเดินระบบประสาทส่วนกลาง (central neural pathway) และทางเดินระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral pathway) ผ่านกลุ่มเซลล์ประสาทในก้านสมองที่ชื่อว่า Nucleus Tractus Solitaries (NTS) และ Ventro lateral Medulla (VLM) ของระบบประสาทส่วนกลาง โดยการหลั่งสารความเจ็บปวด (Substrance P) ซึ่งสามารถการยับยั้งการทำงานของระบบประสาทนี้ ผ่านส่วนที่เรียกว่า Intermedio-lateral cell column (IMP), Caudal-ventro-lateral medulla (CVLM), และ Rostral-ventro-lateral medulla (RVLM) ส่งผลยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือด (vasoconstriction) จึงทำให้หลอดเลือดยังคงขยายตัว (vasodilation) ต่อเนื่อง และส่งผลทำให้ความต้านทานรวมในหลอดเลือดและความดันโลหิตลดลงตามลำดับ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงกลไกทางระบบประสาทจากการออกกำลังกาย อักษรย่อ: GABA, Gamma-aminobutyric acid. (ดัดแปลงจาก Halliwill et al., 2013; Legramante et al., 2020)

ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงการออกกำลังกายเป็นประจำช่วยลดความดันโลหิตได้โดยการปรับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติให้กลับมาทำงานอย่างสมดุลตามปกติ กล่าวคือระบบประสาทซิมพาเทติกที่เคยทำงานมากขึ้นในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงจะถูกยับยั้งให้ทำงานลดลง (sympathoinhibition) ส่งผลให้เกิดการลดลงของชีพจรขณะพักควบคู่ไปด้วยเนื่องจากการปรับตัวเพิ่มขึ้นของ vagal tone และ การปรับโครงสร้างของไซโนเอเตรียลโนด (sinoatrial node; SA node) ส่งผลทำให้หัวใจบีบตัวทำงานลดลงและลดความดันโลหิตในที่สุด (White & Fernhall, 2015) งานศึกษาวิจัยยังพบการปรับตัวเพิ่มขึ้นของประสาทซิมพาเทติกโดยใช้การประเมิน HRV ซึ่งแสดงเป็นค่าความถี่สูงของ HRV (high-frequency HRV; HF HRV) งานวิจัยของ Okazaki และคณะพบว่าการออกกำลังกายเป็นประจำช่วยลดความดันโลหิตได้อย่างมีนัยสำคัญและยังพบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างโหลดของการออกกำลังกายและการพัฒนาของ HRV ผู้ป่วยความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 (Pescatello et al., 2004) นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าการออกกำลังกายที่ความหนักที่ความหนัก 70–80% ของชีพจรสำรองเป็นเวลา 15 สัปดาห์ ช่วยปรับ HF HRV ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง พร้อมกับช่วยลดความดันเฉลี่ยในหลอดเลือดแดงได้ประมาณ 7 มิลลิเมตรปรอท นอกจากนี้การออกกำลังกายด้วยแรงต้านก็สามารถช่วยปรับ HRV ที่เป็นตัวชี้วัดของการทำงานของเส้นประสาท vagal และช่วยลดความดันโลหิตได้อย่างมีนัยสำคัญในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงระดับที่ 1 เช่นกัน (Ramkhelawon et al., 2009, Schrader et al., 2007)

2. กลไกทางระบบหลอดเลือด (vascular mechanisms)

2.2.1 กลไกทางโครงสร้างของหลอดเลือด (vascular structure mechanisms)

การฝึกออกกำลังกายเป็นประจำมีส่วนช่วยในการปรับตัวทั้งการทำงาน (function) และโครงสร้าง (structure) ของหลอดเลือด กล่าวคือในผู้ที่เป็น

โรคความดันโลหิตสูงมาระยะหนึ่งหลอดเลือดจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ผนังหลอดเลือด (vascular wall) จะมีความหนา (thickness) และแข็งตัว (stiffness) มากขึ้น ทำให้หลอดเลือดสูญเสียความยืดหยุ่นลงหรือหลอดเลือดแข็งตัว (vascular stiffness) มากขึ้น ซึ่งสามารถประเมินได้จากการวัดความเร็วคลื่นชีพจร (pulse wave velocity; PWV) ซึ่งใช้หลักการวัดค่าความดันหลอดเลือด ณ ตำแหน่งต่างๆ ของร่างกายแล้วคำนวณหาค่าความเร็วของเลือดที่ผ่านหลอดเลือด โดยพบว่าผู้ป่วยความดันโลหิตสูงมีค่า PWV สูงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับคนปกติ อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายเป็นประจำ โดยเฉพาะการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพบว่าสามารถลด PWV ได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลจากการปรับตัวทางโครงสร้างของหลอดเลือดที่ดีขึ้น ได้แก่ การลดลงของความหนาของผนังหลอดเลือด สารคอลลาเจน (collagen) ในเซลล์กล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดเลือด (vascular smooth muscle cell; VSMC) ลดลง ในขณะที่สารอิลาสติน (elastin) เพิ่มขึ้น ทำให้ผนังหลอดเลือดมีความยืดหยุ่น (vascular elasticity) เพิ่มมากขึ้นและส่งผลทำให้ความต้านทานในหลอดเลือดและความดันโลหิตลดลงในที่สุด (Tanaka, 2015)

2.2.2 กลไกการทำงานของหลอดเลือด (vascular function mechamisms)

การทำงานของหลอดเลือดในส่วนนี้มุ่งเน้นถึงความตึงตัวของหลอดเลือด (vascular tone) กล่าวคือการหดตัว (vasoconstriction) และขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) ซึ่งต้องอาศัยกลไกการทำงานของของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelium-dependent mechanism) เป็นหลัก โดยทฤษฎีนี้ถูกคิดค้นโดย Robert Furchgott ในปี 1980 (Furchgott & Zawadzki, 1980) ซึ่งพบว่าเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (vascular endothelial cell) เรียงตัวแบบชั้นเดียวอยู่ภายในผนังของหลอดเลือดชั้นในสุด ที่เรียกว่า ทูนิกา อินทิมา)tunica intima) โดยปกติแล้วการทำงานของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดมีหลากหลายหน้าที่ ได้แก่ การป้องกันและการสูญเสียน้ำระหว่างส่วนประกอบภายในหลอดเลือด (intravascular) และภายนอกหลอดเลือด (extravascular), ควบคุมความสมดุลภายในหลอดเลือด (growth and remodeling), ทำหน้าที่เป็นตำแหน่งที่อยู่ของหลอดเลือดที่มีลิ่มเลือด (thrombosis) และการสลายของลิ่มเลือด (fibrinolysis), การสร้างหลอดเลือดใหม่ (angiogenesis), การควบคุมอักเสบ (inflammation), การเพิ่มจำนวนเซลล์กล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดภายใน (VSMC) และควบคุมความตึงของหลอดเลือด (vascular tone) โดยอาศัยการทำงานของสารเคมีต่าง ๆ ในระดับโมเลกุลหรือสารที่มีผลต่อหลอดเลือด (vasoactive substance) หลากหลายตัว (Cahill & Redmond, 2016) สารที่มีผลต่อหลอดเลือด (Vasoactive substance) สารที่มีผลต่อหลอดเลือด (1 ตารางที่) (Vasoactive substance)ถูกหลั่งโดยเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดและเซลล์อื่น ๆ เพื่อควบคุมการไหลเวียนเลือดและการขยายตัวหรือหดตัวของหลอดเลือด ซึ่งระดับของการหดตัวและขยายตัวของหลอดเลือดนั้นมากจากความสมดุลของทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่เป็นตัวกำหนดให้กล้ามเนื้อเรียบภายในหลอดเลือดเกิดการทำงาน โดยสารที่ทำหน้าที่ในการขยายตัวของหลอดเลือดซึ่งอาศัยเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial-derived vasodilation)

มีจำนวนมากอาทิเช่น โพรสตาไซคลิน (Prostacyclin) หรือโพรสตาแกรนดินไอ 2 (Prostaglandin I_2; PGI_2), ไนตริกออกไซด์ ,(Nitric oxide; NO)และ สารกลุ่ม endothelium-derived hyperpolarizing factor (EDHF) เป็นต้น ในขณะที่สารที่ทำหน้าที่ในการหดตัวของหลอดเลือดซึ่งอาศัยเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial-derived vasoconstriction)ได้แก่โพรสตานอยด์ ,(Prostanoids)เอนโดทีลิน ,(Endothelin-1; ET-1)1แองจิโอเทนซิน 2 ,(angiotensin II; Ang II)และโพรสตาแกรนดินเอช 2 (Prostaglandin H2; PGH2) เป็นต้น (Giles et al., 2012; Su, 2015)

อย่างไรก็ตามการทำงานของสารเคมีดังกล่าวต้องอาศัยตัวรับ (receptors)หลายชนิดที่เป็นโมเลกุลของโปรตีนในเซลล์เป้าหมาย โดยสารเคมีตัวหนึ่งอาจทำงานที่ส่งผลให้หลอดเลือดหดตัวและขยายตัวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวรับที่เซลล์เป้าหมาย ตัวอย่างเช่น (1 ตารางที่)โดยปกติ ET-1ทำงานร่วมกับตัวรับ 2ชนิด ได้แก่ ตัวรับเอนทีลินชนิดเอ Endothelin receptor A); (ET_A ที่อยู่

บริเวณตำแหน่งของ VSMCและตัวรับเอนทีลินชนิดบีEndothelin receptor B) ; (ET_Bที่อยู่บริเวณตำแหน่งของเซลล์เยื่อบุผนังของหลอดเลือดส่งผลให้เกิดการหดตัวและขยายตัวของหลอดเลือดตามลำดับ (Frommer & Muller-Ladner, 2008) ซึ่งกลไกเหล่านี้จะเกิดขึ้นตามปกติเพื่อเป็นการรักษาสมดุลการทำงานของหลอดเลือด แต่หากเกิดความดันโลหิตสูงขึ้นพบว่า ET-1 มีกลไกการทำงานเกิดการหดตัวของหลอดเลือดเกิดเพิ่มขึ้นและมากกว่าการขยายตัวของหลอดเลือด ส่งผลทำให้แรงต้านทานรวมภายในหลอดเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจึงทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้การศึกษาก่อนหน้ายังพบสัมพันธ์ของการทำงานระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system; SNS) กับระบบเรนิน-แองจิโอเทนซิน (Renin-angiotensin system) และการทำงานของหลอดเลือดในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง (Charkoudian et al., 2005; Esler et al., 2001; Oparil et al., 2003) โดยการทำงานของซิมพาเทติกและแองจิโอเทนซิน (Angiotensin; AGT) ที่หลั่งจากตับจะเปลี่ยนเป็นแองจิโอเทนซิน I (Angiotensin I; Ang I) โดยเอนไซม์เรนิน (Renin) จากไตในภาวะที่มีการกำซาบต่ำ (low perfusion pressure) (MacDonald, 2002) เอนไซม์แองจิโอเทนซิน-คอนเวอร์ติง (Angiotensin converting enzyme; ACE) จากปอดจะเปลี่ยน Ang I เป็น Ang II แล้วทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้นการหดตัวของหลอดเลือดและยังกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน (Aldosterone) จากต่อมหมวกไตและสัมพันธ์กับการทำงานของระบบซิมพาเทติก โดย Ang II ทำงานผ่านตัวรับสองประเภท ได้แก่ ตัวรับแองจิโอเทนซินชนิดที่ 1 (Angiotensin receptor 1; AT_1) และ ตัวรับแองจิโอเทนซินชนิดที่ 2 (Angiotensin receptor 2; AT_2) โดย Ang II ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้นการหดตัวของหลอดเลือดที่มีศักยภาพผ่านตัวรับ AT_1 และพบมากในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง (Tirapelli et al., 2009)

ตารางที่ 1. โมเลกุล (Molecule), เอนไซม์ (enzyme), เป้าหมาย (Target) และตัวรับ (Receptor/channels) ของสารที่ช่วยในการขยายตัวและการหดตัวของหลอดเลือด (endothelin-derived vasodilators และ vasoconstrictions)

โมเลกุล (Molecule)	**เอนไซม์** (enzyme)	**เป้าหมาย** (Target)
สารที่ช่วยในการขยายตัวของหลอดเลือดจากเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial-derived vasodilators)		
NO/EDRF	NOS3	VSMC
PGI_2	COX-1 and COX-2	PGI_2 receptor
EETs/EDHF	EDHF synthase/ CYP450 expoxygenase	VSMC
H_2O_2/EDHF	Catalase	VSMC
K^+/EDHF		VSMC
Gap junctions/EDHF		VSMC
ET-1	ECE-1, ECE-2 chymase, VSMC chymase	NOS3
ET-3	ECE-1, ECE-3	NOS3,
Ang II	ACE	NOS3
Ang 1-7	ACE2	NOS3
สารที่ช่วยในการหดตัวของหลอดเลือดจากเซลล์เยื่อบุผนัง (Endothelial-derived vasoconstrictors)		
Prostanoids/EDCF	AA, COX-1	VSMC
TXA2	TXS	VSMC
O_2^-	NADPH oxidase/NOX4	NO
O_2^-	EDHF synthase/ CYP450 expoxygenase	NO
ET-1	ECE-1, ECE-2	VSMC
Ang II	ACE	VSMC

อักษรย่อ: AA, Arachidonic acid; ACE, angiotensin converting enzyme; Ang 1-7, Angiotensin 1-7; Ang II, Angiotensin II; AT1R, angiotensin I receptor; AT2R, angiotensin II receptor; cGMP, cyclic guanosine monophosphate; COX-1, cyclooxygenase-1; COX-2, cyclooxygenase-2; CYP450, cytochrome P_{450}; ET1, endothelin 1; ET3, endothelin 3; EC, endothelial cell; ECE, endothelial converting enzyme; EDHF, endothelial-derived hyperpolarizing factor; EDRF, endothelial-derived relaxing factor; EET, epoxyeicostrienoic acids; $ET_{A,\ B}$, endothelin receptor A and B; H_2O_2, hydrogen peroxide; IK(Ca), intermediate conductance Ca_2^+ activated K^+ channel; K^+, potassium anion; MASR, metabolite angiotensin receptor; NADPH, nicotinamide adenine dinucleotide phosphate; NOX4, NADPH oxidase 4; VSMC, vascular smooth muscle cell; NO, nitric oxide; NOS, nitric oxide synthase; ONOO, peroxynitrite; O_2^-, superoxide anion; PGI2, Prostacyclin; TP, thromboxane receptor; TRPV4, transient receptor potential vanilloid 4; TXA2, Thromboxane A_2; TXS, Thromboxane synthase; sGC, soluble guanylate cyclase; SK(Ca), small conductance Ca_2^+ activated K^+ channel. ปรับปรุงจาก (Barton, 2010).

การออกกำลังกายกับการทำงานของหลอดเลือด (exercise and vascular function)

กลไกสำคัญของการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อความดันโลหิตสัมพันธ์กับการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือด ซึ่งควบคุมความตึงตัวของหลอดเลือด (vascular tone) โดยทำงานผ่านการหลั่งสารเคมีที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัวที่ได้กล่าวมาข้างต้นเพิ่มขึ้น จากการกระตุ้นการทำงานของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial cell) ผ่านการเพิ่มการไหลของเลือด (Blood flow) ที่ส่งผลให้เพิ่มความเค้นเฉือน (Shear stress) มากขึ้น ที่เรียกว่า “Exercise-induced shear stress” (Graham & Rush, 2004; Higashi et al., 1999) ซึ่งเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดจะหลั่งเอนไซม์ที่กระตุ้นการสังเคราะห์ไนตริกออกไซด์ (Endothelial nitric oxide synthase; eNOS) มีผลให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด ลดความต้านทานภายในหลอดเลือด และสามารถลดความดันโลหิตได้ในที่สุด ไม่เพียงแต่กลไกของ NO ข้างต้น การออกกำลังกายยังกระตุ้นการหลั่งสารเคมีอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน (Gielen et al., 2010; Roque et al., 2013) มีการรายงานผลของการศึกษาถึงประโยชน์ของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางต่อการไหลเวียนเลือดในกล้ามเนื้อและการทำงานของเยื้อบุผนังหลอดเลือด พบว่า มีการเพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือดหลังถูกปิดกั้นการไหลเวียน (Flow mediated dilation; FMD) จากการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงไม่มาก (mild hypertensive subjects) (Moriguchi et al., 2005) มีปริมาณอัตราส่วนของความเข้มข้นในพลาสม่าของไนไตรท์ต่อไนเตรท (nitrate/nitrite; NOx) เพิ่มขึ้นในสตรีวัยหมดประจำเดือนที่มีความดันโลหิตสูง (Zaros et al., 2009) นอกจากนี้ยังพบการรายงานว่า การฝึกด้วยการออกกำลังกายแบบ

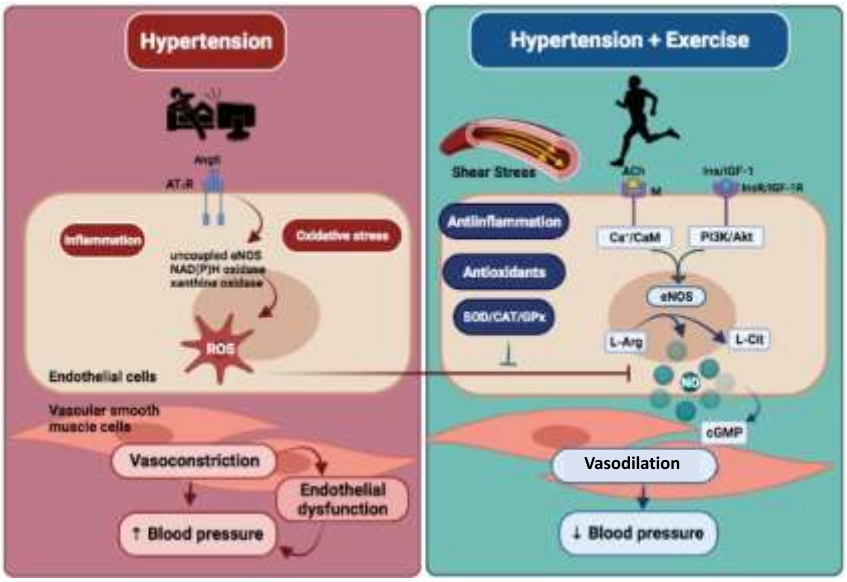
มีแรงต้านส่งผลที่ดีต่อค่าความดันโลหิตและการทำงานของหลอดเลือดแดง ซึ่งการศึกษาของ Okamoto และคณะ ในปี 2011 พบว่า การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่ 50% น้ำหนักที่ยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว (one- repetition maximum; 1RM) ช่วยพัฒนาการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือดในอาสาสมัครที่สุขภาพดี และยังช่วยลดสภาวะแข็งตัวของหลอดเลือดแดง (arterial stiffness)

ในปี 1981 Fitzgerald พบว่า ภายหลังการออกกำลังกายความดันโลหิตต่ำลงในผู้ที่มีความก่ำกึ่งของการเป็นโรคความดันโลหิตสูง (Fitgerald, 1981) ในขั้นต้นมีการลดความไวของหลอดเลือด (vascular sensitivity) หลังการออกกำลังกาย Landry และคณะ (Landry et al., 1992) พบว่าระดับของไนตริกออกไซด์ (NO) จะมีระดับเพิ่มขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายแบบมีแรงเค้นเฉือน ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความไวต่อการต้านทางระบบกล้ามเนื้อ (myogenic) และทางระบบประสาท (Neurogenic) ของการหดตัวของหลอดเลือดในระหว่างการออกกำลังกาย (Gielen et al., 2010; Maiorana et al., 2003; Newcomer et al., 2011)

นอกจากนี้ แรงเค้นเฉือนที่เป็นผลจากการออกกำลังกายยังช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) ที่นำไปสู่ความเครียดออกซิเดชั่น (oxydative stress) และการเกิดการอักเสบ (Inflammation) ที่ถูกพบว่ามีสูงมากในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงซึ่งจะยับยั้งการหลั่งและทำงานของ NO ที่ช่วยในการขยายตัวของหลอดเลือด ทั้งนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (endothelial antioxidant enzyme) เช่น Superoxide dismutase (Cu/Zn-SOD) และ glutathione peroxide (GPx) (Inoue et al., 1996; Masodsai et al., 2017; Takeshita et al., 2000) การศึกษาในสัตว์ทดลอง พบการปรับตัวของหลอดเลือดหลังการฝึกออกกำลังกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุม eNOS และการหลั่งของ Superoxide dismutase ภายนอกเซลล์ (extracellular superoxide dismutase; EC-SOD) (Davis et al., 2003) นอกจากนี้ ยังพบว่าการออกกำลังกายช่วยเพิ่มจำนวน VEGF/VEGF receptor 2 และการทำงานของ eNOS ในเซลล์บุผนังหลอดเลือด ซึ่งแสดงผ่านข้อมูลของ eNOS-heat shock protein-90 (Hsp90) และนำไปสู่การกระตุ้น NO และการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) (dela Paz et al., 2012; Garcia-Cardena et al., 1998) ดังนั้น การฝึกออกกำลังกายช่วยเพิ่มปริมาณของไนตริกออกไซด์ (NO bioavailability) และการทำงานของหลอดเลือด อย่างไรก็ตาม แรงเค้นเฉือนที่มากขึ้นจากการออกกำลังกายซ้ำ ๆ เป็นประจำ ถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาเพิ่มปริมาณของไนตริกออกไซด์ (NO bioavailability) และการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือดและนำไปสู่การลดความดันโลหิตในที่สุด (รูปที่ 4)

บทสรุป

ในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมักพบการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่เพิ่มขึ้น การปรับตัวของตัวรับรู้ความดัน, การกระตุ้นระบบเรนินแองจิโอเทนซิน-แอลโดสเตอโรน (RASS) รวมไปถึงโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือดที่เกิดจากความผิดปกติในการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด จึงส่งผลต่อความตึง



รูปที่ 4 กลไกระดับโมเลกุลที่แสดงถึงการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelial cells) ในผู้ที่มีความดันสูง (hypertension) โดยกลไกเริ่มจากการทำงานของเยื้อบุผนังหลอดเลือดผิดปกติซึ่งเกี่ยวข้องกับความไม่สมดุลของการเกิดอนุมูลอิสระ (oxidative stress), การอักเสบ (inflammation) ส่งผลต่อการบกพร่องของชีวปริมาณของไนตริกออกไซด์ (impaired NO bioavailability) และการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) ในผู้ที่มีความดันโลหิตสูง โดยมีกลไกในการฟื้นฟูซึ่งเป็นผลมาจากการออกกำลังกายเป็นประจำที่สามารถเพิ่มแรงเค้นเฉือน (shear stress), กระตุ้นการต้านการอักเสบ (improvement in anti-inflammation), การผลิตสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant production), เพิ่มชีวปริมาณของไนตริกออกไซด์ (NO bioavailability) โดยทำงานร่วมกับสารอื่น ๆ ที่ส่งผลเสริมกัน ได้แก่ อะซิทิลโคลีน (Acetylcholine; ACh), อิซูลิน (Insulin; Ins), ไอจีเอฟวัน (Insulin-liked growth factor 1; IGF-1) เป็นต้น และส่งผลทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดจากการทำงานของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (endothelium-dependent vasorelaxation) และช่วยลดความดันโลหิต อักษรย่อ: ACh, acetylcholine; M, muscarinic receptor; Ins, insulin; IGF-1, insulin-like growth factor- 1; InsR, insulin receptor; IGF-1R, IGF-1 receptor; Ca^{2+}, calcium ion; CaM, calmodulin; PI3K, phosphatidylinositol 3-kinase; eNOS, endothelial nitric oxide synthase; L-Arg, L-arginine; L-Cit, L-citrulline; NO, nitric oxide; SOD, superoxidase dismutase; CAT, catalase; ROS, reactive oxygen species; $ONOO^-$, peroxynitrite anion; Ang II, angiotensin II; AT_1R, Ang II type 1 receptor

ตัวของหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดส่วนปลายหดตัว (peripheral vasoconstriction), แรงต้านทานในหลอดเลือด (vascular resistance) เพิ่มมากขึ้น และทำให้ความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้นในที่สุด อย่างไรก็ตามกลไกความผิดปกติข้างต้นสามารถฟื้นฟูรักษาได้ด้วยการออกกำลังกายเป็นประจำ

การออกกำลังกายยังส่งผลกระตุ้นการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ทั้งส่วนกลาง (central stimulus) และส่วนปลาย (peripheral stimulus) ไปพร้อม ๆ กัน ได้แก่การตอบสนองของหัวใจภายใต้ฮอร์โมนประสาท (neurohormonal), ตัวรับแรงกล (mechanoreceptors) และการรีเซ็ตบารอรีเฟล็กซ์ (baroreflex resetting) จากระบบประสาทส่วนกลาง (higher center) รวมไปถึงการปรับตัวลดการทำงานของระบบซิมพาเทติก (SNS) และเปลี่ยนแปลงการทำงานของหลอดเลือดผ่านการเพิ่มทั้งปริมาณและการทำงานของสารที่มีผลต่อหลอดเลือด (vasoactive substance) ช่วยเพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือด โดยมีกลไกที่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านการอักเสบ, การผลิตสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณของไนตริกออกไซด์ อย่างไรก็ตามผลของการออกกำลังกายนี้ขึ้นอยู่กับระดับความหนัก (Intensity), ระยะเวลา (Duration) และชนิดกิจกรรม (Mode) ที่ใช้ในการออกกำลังกาย โดยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกได้รับการแนะนำมากที่สุด ในขณะที่การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านยังไม่มีรายงานที่ชัดเจนมากนัก โดยการทบทวนวรรณกรรมนี้ ช่วยให้มีความรู้และความเข้าใจเรื่องกลไกทางสรีรวิทยาและประโยชน์ของการออกกำลังกายเพื่อป้องกันและรักษาโรคความดันโลหิตสูง แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าผลข้างต้นยังจำกัดเฉพาะผู้ที่เป็นความดันโลหิตสูงระดับ 1 (mild hypertension) โดยในการทบทวนวรรณกรรมเรื่องต่อไปอาจมุ่งเน้นไปที่ชนิดของการออกกำลังกายและรายละเอียดของการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดของประชากรที่มีความดันโลหิตสูงในระดับที่รุนแรงขึ้นเพื่อประโยชน์ในการฟื้นฟูรักษาต่อไป

รายการอ้างอิง

Barton, M. (2010). Obesity and aging: determinants of endothelial cell dysfunction and atherosclerosis. *Pflugers Arch*, 460(5), 825-837. https://doi.org/10.1007/s00424-010-0860-y

Bocalini, D. S., Bergamin, M., Evangelista, A. L., Rica, R. L., Pontes, F. L. J., Figueira, A. J., Dos Santos, L. (2017). Post-exercise hypotension and heart rate variability response after water- and land-ergometry exercise in hypertensive patients. *PLoS One*, 12(6), e0180216. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180216

Borjesson, M., Onerup, A., Lundqvist, S., & Dahlof, B. (2016). Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs. *Br J*

Sports Med, 50(6), 356-361. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095786

Brown, M. J., & Haydock, S. (2000). Pathoaetiology, epidemiology and diagnosis of hypertension. *Drugs*, 59 *Suppl* 2, 1-12; discussion 39-40. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10678592

Cahill, P. A., & Redmond, E. M. (2016). Vascular endothelium - Gatekeeper of vessel health. *Atherosclerosis*, 248, 97-109. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26994427

Cardoso, C. G., Jr., Gomides, R. S., Queiroz, A. C., Pinto, L. G., da Silveira Lobo, F., Tinucci, T., . . . de Moraes Forjaz, C. L. (2010). Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(3), 317-325. https://doi.org/10.1590/S1807-59322010000300013

Carretero, O. A., & Oparil, S. (2000). Essential hypertension. Part I: definition and etiology. *Circulation*, 101(3), 329-335. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10645931

Charkoudian, N., Joyner, M. J., Johnson, C. P., Eisenach, J. H., Dietz, N. M., & Wallin, B. G. (2005). Balance between cardiac output and sympathetic nerve activity in resting humans: role in arterial pressure regulation. *J Physiol*, 568(Pt 1), 315-321. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.090076

Collier, S. R., Kanaley, J. A., Carhart, R., Jr, Frechette, V., Tobin, M. M., Hall, A. K., Luckenbaugh, A. N., & Fernhall, B. (2008). Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *Journal of human hypertension*, *22*(10), 678–686. https://doi.org/10.1038/jhh.2008.36

Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*, 2(1), e004473. https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473

Davis, M. E., Cai, H., McCann, L., Fukai, T., & Harrison, D. G. (2003). Role of c-Src in regulation of endothelial nitric oxide synthase expression during exercise training. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 284(4), H1449-1453. https://doi.org/10.1152/ajpheart.00918.2002

dela Paz, N. G., Walshe, T. E., Leach, L. L., Saint-Geniez, M., & D'Amore, P. A. (2012). Role of shear-stress-induced VEGF expression in endothelial cell survival. *J Cell Sci*, 125(Pt 4), 831-843. https://doi.org/10.1242/jcs.084301

Egan, B. M., Li, J., Hutchison, F. N., & Ferdinand, K. C. (2014). Hypertension in the United States, 1999 to 2012: progress toward Healthy People 2020 goals. *Circulation*, 130(19), 1692-1699. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010676

Endemann, D. H., & Schiffrin, E. L. (2004). Endothelial dysfunction. *J Am Soc Nephrol*, 15(8), 1983-1992. https://doi.org/10.1097/01.ASN.0000132474.50966.DA

Esler, M., Rumantir, M., Kaye, D., Jennings, G., Hastings, J., Socratous, F., & Lambert, G. (2001). Sympathetic nerve biology in essential hypertension. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 28(12), 986-989. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11903299

Feletou, M., & Vanhoutte, P. M. (2006). Endothelial dysfunction: a multifaceted disorder (The Wiggers Award Lecture). *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 291(3), H985-1002. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16632549

Fitzgerald, W. (1981). Labile hypertension and jogging: new diagnostic tool or spurious discovery? *Br Med J (Clin Res Ed)*, 282(6263), 542-544. https://doi.org/10.1136/bmj.282.6263.542

Frommer, K. W., & Muller-Ladner, U. (2008). Expression and function of ETA and ETB receptors in SSc. *Rheumatology (Oxford)*, 47 *Suppl* 5, v27-28. https://doi.org/10.1093/rheumatology/ken274

Furchgott, R. F., & Zawadzki, J. V. (1980). The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature*, 288(5789), 373-376. https://doi.org/10.1038/288373a0

Garcia-Cardena, G., Fan, R., Shah, V., Sorrentino, R., Cirino, G., Papapetropoulos, A., & Sessa, W. C. (1998). Dynamic activation of endothelial nitric oxide synthase by Hsp90. *Nature*, 392(6678), 821-824. https://doi.org/10.1038/33934

Ghadieh, A. S., & Saab, B. (2015). Evidence for exercise training in the management of hypertension in adults. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 61(3), 233-239.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25927108

Gielen, S., Schuler, G., & Adams, V. (2010). Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation*, 122(12), 1221-1238. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.939959

Giles, T. D., Sander, G. E., Nossaman, B. D., & Kadowitz, P. J. (2012). Impaired vasodilation in the pathogenesis of hypertension: focus on nitric oxide, endothelial-derived hyperpolarizing factors, and prostaglandins. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 14(4), 198-205. https://doi.org/10.1111/j.1751-7176.2012.00606.x

Graham, D. A., & Rush, J. W. (2004). Exercise training improves aortic endothelium-dependent vasorelaxation and determinants of nitric oxide bioavailability in spontaneously hypertensive rats. *J Appl Physiol (*1985), 96(6), 2088-2096. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01252.2003

Halliwill, J. R., Buck, T. M., Lacewell, A. N., & Romero, S. A. (2013). Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*, 98(1), 7-18. https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058065

Higashi, Y., Sasaki, S., Kurisu, S., Yoshimizu, A., Sasaki, N., Matsuura, H., . . . Oshima, T. (1999). Regular aerobic exercise augments endothelium-dependent vascular relaxation in normotensive as well as hypertensive subjects: role of endothelium-derived nitric oxide. *Circulation*, 100(11), 1194-1202. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10484540

Inoue, N., Ramasamy, S., Fukai, T., Nerem, R. M., & Harrison, D. G. (1996). Shear stress modulates expression of Cu/Zn superoxide dismutase in human aortic endothelial cells. *Circ Res*, 79(1), 32-37. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8925565

Kapilevich, L. V., Kologrivova, V. V., Zakharova, A. N., & Mourot, L. (2020). Post-exercise Endothelium-Dependent Vasodilation Is Dependent on Training Status. *Front Physiol*, 11, 348. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00348

Landry, J. F., Despres, J. P., Prud'homme, D., Lamarche, B., Tremblay, A., Nadeau, A., & Bouchard, C. (1992). A study of some potential correlates of the

hypotensive effects of prolonged submaximal exercise in normotensive

men. *Can J Physiol Pharmacol*, 70(1), 53-59. https://doi.org/10.1139/y92-008

Legramante, J. M., Galante, A., Massaro, M., Attanasio, A., Raimondi, G., Pigozzi, F., & Iellamo, F. (2002). Hemodynamic and autonomic correlates of postexercise hypotension in patients with mild hypertension. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 282(4), R1037-1043. https://doi.org/10.1152/ajpregu.00603.2001

MacDonald, H. V., Johnson, B. T., Huedo-Medina, T. B., Livingston, J., Forsyth, K. C., Kraemer, W. J., . . . Pescatello, L. S. (2016). Dynamic Resistance Training as Stand-Alone Antihypertensive Lifestyle Therapy: A Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*, 5(10). https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003231

MacDonald, J. R. (2002). Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension*, 16(4), 225-236. https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001377

Maiorana, A., O'Driscoll, G., Taylor, R., & Green, D. (2003). Exercise and the nitric oxide vasodilator system. *Sports Med*, 33(14), 1013-1035. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14599231

Masodsai, K., Lin, Y. Y., Lee, S. D., & Yang, A. L. (2017). Exercise and Endothelial Dysfunction in Hypertension. . *Adaptive Medicine*, 9(1).

Moriguchi, J., Itoh, H., Harada, S., Takeda, K., Hatta, T., Nakata, T., & Sasaki, S. (2005). Low frequency regular exercise improves flow-mediated dilatation of subjects with mild hypertension. *Hypertens Res*, 28(4), 315-321. https://doi.org/10.1291/hypres.28.315

Newcomer, S. C., Thijssen, D. H., & Green, D. J. (2011). Effects of exercise on endothelium and endothelium/smooth muscle cross talk: role of exercise-induced hemodynamics. *J Appl Physiol (*1985), 111(1), 311-320. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00033.2011

Noone, C., Leahy, J., Morrissey, E. C., Newell, J., Newell, M., Dwyer, C. P., . . . Molloy, G. J. (2020). Comparative efficacy of exercise and anti-hypertensive pharmacological interventions in reducing blood pressure in people with hypertension: A network meta-analysis. *Eur J Prev*

Cardiol, 27(3), 247-255. https://doi.org/10.1177/2047487319879786

Oparil, S., Acelajado, M. C., Bakris, G. L., Berlowitz, D. R., Cífková, R.,

Dominiczak, A. F., . . . Whelton, P. K. (2018). Hypertension. *Nature reviews. Disease primers*, 4, 18014-18014. https://doi.org/10.1038/nrdp.2018.14

Oparil, S., Zaman, M. A., & Calhoun, D. A. (2003). Pathogenesis of hypertension. *Ann Intern Med*, 139(9), 761-776. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14597461

Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., Ray, C. A., & American College of Sports, M. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 36(3), 533-553. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15076798

Ramkhelawon, B., Vilar, J., Rivas, D., Mees, B., de Crom, R., Tedgui, A., & Lehoux, S. (2009). Shear stress regulates angiotensin type 1 receptor expression in endothelial cells. *Circulation research*, *105*(9), 869–875. https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.109.204040

Roque, F. R., Hernanz, R., Salaices, M., & Briones, A. M. (2013). Exercise

training and cardiometabolic diseases: focus on the vascular system. *Curr Hypertens Rep*, 15(3), 204-214. https://doi.org/10.1007/s11906-013-0336-5

Rossi, A., Moullec, G., Lavoie, K. L., & Bacon, S. L. (2012). Resistance training, blood pressure, and meta-analyses. *Hypertension*, 59(3), e22-23; author reply e24. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.188805

Ruivo, J. A., & Alcantara, P. (2012). [Hypertension and exercise]. *Rev Port Cardiol*, 31(2), 151-158. https://doi.org/10.1016/j.repc.2011.12.012 (Hipertensao arterial e exercicio fisico.)

Schrader, L. I., Kinzenbaw, D. A., Johnson, A. W., Faraci, F. M., & Didion, S. P. (2007). IL-6 deficiency protects against angiotensin II induced endothelial dysfunction and hypertrophy. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *27*(12), 2576–2581. https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.107.153080

Su, J. B. (2015). Vascular endothelial dysfunction and pharmacological treatment. *World J Cardiol*, 7(11), 719-741.https://doi.org/10.4330/wjc.v7.i11.719

Takeshita, S., Inoue, N., Ueyama, T., Kawashima, S., & Yokoyama, M. (2000). Shear stress enhances glutathione peroxidase expression in endothelial cells. *Biochem Biophys Res Commun*, 273(1), 66-71. https://doi.org/10.1006/bbrc.2000.2898

Tanaka, H. (2015). Effects of Regular Exercise on Arterial Stiffness. In L. S. Pescatello (Ed.), *Effects of Exercise on Hypertension: From Cells to Physiological Systems* (pp. 185-201). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17076-3_8

Tirapelli, C. R., Bonaventura, D., Tirapelli, L. F., & de Oliveira, A. M. (2009). Mechanisms underlying the vascular actions of endothelin 1, angiotensin II and bradykinin in the rat carotid. *Pharmacology*, 84(2), 111-126. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19657221

Wellman, R. J., Sylvestre, M. P., Abi Nader, P., Chiolero, A., Mesidor, M., Dugas, E. N., O'Loughlin, J. (2020). Intensity and frequency of physical activity and high blood pressure in adolescents: A longitudinal study. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 22(2), 283-290. https://doi.org/10.1111/jch.13806

White, D. W., & Raven, P. B. (2014). Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. *The Journal of physiology*, *592*(12), 2491–2500. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2014.271858

White, D. W., & Fernhall, B. (2015). Effects of Exercise on Blood Pressure and Autonomic Function and Other Hemodynamic Regulatory Factors. In L. S. Pescatello (Ed.), *Effects of Exercise on Hypertension: From Cells to Physiological Systems* (pp. 203-225). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17076-3_9

Zaros, P. R., Pires, C. E., Bacci, M., Jr., Moraes, C., & Zanesco, A. (2009). Effect of 6-months of physical exercise on the nitrate/nitrite levels in hypertensive postmenopausal women. *BMC Womens Health*, 9, 17. https://doi.org/10.1186/1472-6874-9-17

ผลของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักด้วยมุม 30 และ 60 องศา ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและแรงปฏิกิริยาจากพื้นในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลหญิง

ณัฐณิชา ทองพัฒนวงศ์ และนงนภัส เจริญพานิช
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 27 November 2563 / Revised: 23 February 2564 / Accepted:5 November 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง และความเร็วในการวิ่งขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุม 30 และ 60 องศา ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลหญิง

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลสังกัด ชมรมรักบี้ฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง มีอายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 15 คน ได้รับการทดสอบวิ่งลากถ่วงน้ำหนักด้วยการยืนแบบเท้านำเท้าตาม โดยเริ่มจากการวิ่งโดยไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก จากนั้นทำการสุ่มลำดับการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่ความหนัก 30% ของน้ำหนักร่างกายที่มุมเส้นเชือก 30 และ 60 องศา ในระยะทาง 5 เมตร โดยทำการวิ่งทั้ง 3 รูปแบบๆ ละ 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 5 นาที วัดความเร็วในการวิ่งระยะ 5 เมตร แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งของขาก้าวที่ 3 และอัตราส่วนระหว่างขนาดจองคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหว กับขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยแบบทดสอบ Tukey กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วในการวิ่งขณะวิ่งโดยไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก และการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักทั้งที่มุมเส้นเชือก 30 และ 60 องศามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตามการวิ่งลากถ่วงทีมุม 60 องศามีแนวโน้มว่ามีแรงปฏิกิริยาจากพื้นต่ำกว่า ขณะที่มีคลื่นไฟฟ้าสูงกว่าการวิ่งลากถ่วงที่มุม 30 องศาและไม่มีน้ำหนักถ่วง แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อระหว่างการวิ่งทั้ง 3 รูปแบบ

สรุปผลการวิจัย การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีความเหมาะสมในการพัฒนากล้ามเนื้อที่ใช้ในการวิ่งออกตัวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอลหญิง เนื่องจากมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุด และแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งน้อยที่สุด

คำสำคัญ : วิ่งลากถ่วงน้ำหนัก / คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ / แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง/ มุมเส้นเชือก / รักบี้ฟุตบอล

Corresponding Author : อ.ดร.นงนภัส เจริญพานิช คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 E-mail: nongnapas.c@chula.ac.th

EFFECTS OF ROPE ANGLES IN WEIGHTED SLED RUNNING ON ELECTROMYOGRAPHY AND GROUND REACTION FORCE IN FEMALE RUGBY PLAYERS

Natnicha Thongphattanawong and Nongnapas Charoenpanich

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 27 November 2020 / Revised: 23 February 2021 / Accepted:5 November 2021

Abstract

Purpose: This research aimed to determine and compare electromyography (EMG), vertical ground reaction force (VGRF) and velocity over 5 meters during a weighted sled running with rope angle was at 30 and 60 degrees.

Methods: Fifteen female rugby players, aged between 18-25 years, were recruited from Chulalongkorn University. All subjects began with an unloading sprint over 5 meters with a 2-standing point start. Then, subjects were crossover-randomized assigned to either a weighted sled running (30% of the body weight) at 30 or 60 degrees. Each subject was asked to repeat each set of weighted sprints 3 times with a 5- minute rest between sprints. Dependent variables were the average velocity (5 m.), VGRF at the 3rd stance, and EMG activity (% Maximum voluntary isotmetric contraction, MVIC). Data were analyzed with one-way repeated ANOVA, followed by Turkey post hoc test. The level of significance was set at p-value ≤ 0.05

Results: The results showed that there significant difference in the average velocity during 5-m sprint among an unloaded sprint and a weight sled with 30 and 60 degree However, there was a trend, although no statistical different, for higher EMG activity and lower vertical ground reaction force in a weight sled with 60 degree compared with 30 degree and unloaded.

Conclusion: The present findings indicated that the weighted sled running with a rope angle at 60 degree in female rugby players appears to be effective at the stimulation of muscles studied, with low vertical ground reaction force during a short sprint.

Keywords: Weighted sled running / Electromyography / Vertical ground reaction force / Rope angle / Rugby football

Corresponding Author : Dr. Nongnapas Charoenpanich, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand: E-Mail: nongnapas.c@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รักบี้ฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent sport) มีการเคลื่อนที่หลายรูปแบบ (Tempo changes) และหลายทิศทาง (Multi-directional running) (Wellman et al., 2016) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่สูง (High-intensity sprinting) สลับกับความเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำ (Low-intensity running) (Biscombe and Tand Drewett,, 2010) ดังนั้นความสามารถในการวิ่งเร็ว (Sprinting) จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในการเล่นภาคสนาม (field sports) (Cronin and Hansen, 2005) การพัฒนาการวิ่งเร็วสำหรับนักกีฬาต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญที่เป็นตัวกำหนดความเร็วของการวิ่ง ได้แก่ ปฏิกิริยาในการตอบสนอง ความสามารถในการเริ่มต้นออกวิ่ง การเร่งอัตราความเร็วจนกระทั่งถึงความเร็วสูงสุด ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง ความถี่หรืออัตราความเร็วในการก้าวเท้าและการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Krabuanrat, 1995) ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมาต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อไอลิโอโซแอส (Iliopsoas) กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซีมัส (Gluteus maximus) กล้ามเนื้อ ครวอดริเซพซ์ ฟีมอริส (Quadriceps femoris) กล้ามเนื้อแฮมสทริงส์ (Hamstrings) กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus) กล้ามเนื้ออีเร็คเตอร์ สไปเน่ (Erector spinae) กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส มีเดียลิส (Gastrocnemius medialis) เป็นพื้นฐานหลัก (Milanese et al., 2014; Dorn et al., 2012) ดังนั้น ถ้านักกีฬาสามารถพัฒนาปัจจัยเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จะสามารถเพิ่มความเร็วในการวิ่งได้ตั้งแต่ช่วงแรกก็จะสามารถเพิ่มสมรรถภาพในการเล่นกีฬารักบี้ฟุตบอลได้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีความพยายามในการพัฒนารูปแบบการฝึกที่ใช้ในการเพิ่มความเร็วในช่วงต้นของการวิ่งของกีฬาประเภทต่างๆ ได้แก่ การวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก (Weighted sled) การฝึกแบบไพลโอเมตริก และวิธีอื่น ๆ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับว่าการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก เป็นวิธีการฝึกที่สามารถใช้ในการพัฒนาความเร็วและความเร่งของการวิ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการกระตุ้นระบบประสาทและการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อขา ให้สามารถหดตัวได้เร็วมากขึ้น เป็นการฝึกที่สามารถเพิ่มพลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มแรงขับ (Propulsive forces) ขณะวิ่ง จึงสามารถเพิ่มความเร็วในการวิ่งได้มากขึ้น (Alcaraz et al., 2008; Cronin et al., 2008; Lockie et al., 2003; Kawamori et al., 2014; Spinks et al., 2007; West et al., 2013) หลักการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักเป็นการฝึกวิ่งที่ใช้มวล (Mass) หรือแรงเฉื่อย (Inertia) ของการลากโดยมีแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างเครื่องเลื่อน (Sled) และพื้นผิวดิน (Ground surface) เป็นการฝึกวิ่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจากความต้านทานภายนอก เพื่อพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาในการเร่งความเร็วโดยการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อขา อีกทั้งยังส่งผลต่อความยาวช่วงก้าว ความถี่ช่วงก้าว ช่วงเวลาของการสัมผัสพื้นและลักษณะการ

เคลื่อนที่ของข้อต่อขณะเร่งความเร็วของนักกีฬาในช่วงระยะเริ่มต้นจนถึงระยะ 30 เมตรได้ (West et al., 2013) นอกจากนั้นการฝึกวิ่งลากถ่วงยังมีแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่น้อยกว่าการฝึกวิ่งต้านยางยืด (Partner band) และเป็นรูปแบบฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการเร่งความเร็วได้ดีกว่าการลากร่มชูชีพ (Towing a parachute) หรือการฝึกวิ่งด้วยการใส่เสื้อกั๊ก (Alcaraz et al., 2008) โดยความหนักที่เหมาะสมต่อการฝึกด้วยการวิ่งลากถ่วงจะอยู่ที่ประมาณ 5 - 30 % ของน้ำหนักตัวของนักกีฬา (Bachero-Mena et al., 2014; Kawamori et al., 2014; Harrison and Bourke, 2009)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าการฝึกลากถ่วงน้ำหนักเป็นวิธีการฝึกที่น่าสนใจในการพัฒนาความสามารถในการเพิ่มความเร็วในการวิ่งโดยเฉพาะช่วงต้นของนักกีฬารักบี้ได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักเป็นการวิ่งที่นำน้ำหนักซึ่งผูกด้วยเชือกและนำมาผูกยึดบริเวณเอวของผู้ฝึก ดังนั้นน้ำหนักที่ใช้ในการถ่วงอาจส่งผลให้มีการเพิ่มของน้ำหนักที่ผ่านตามข้อต่อลงมาขณะฝึกซ้อมซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของข้อต่อต่างๆ ที่ใช้ในการรับน้ำหนัก ได้แก่ ข้อเข่า หรือข้อเท้าจากการฝึกซ้อมได้ (Paulson et al., 2011; Kratky and Muller, 2016) เมื่อพิจารณารูปแบบการฝึกโดยการลากถ่วง พบว่ามุมเส้นเชือกที่ใช้ในการผูกน้ำหนักน่าจะเป็นปัจจัยหลักในการปรับเปลี่ยนแนวแรงจากน้ำหนักที่ลากถ่วงมายังร่างกาย ดังนั้น แม้ว่าการฝึกด้วยการวิ่งลากถ่วงจะสามารถเพิ่มสมรรถภาพในการเพิ่มความเร็วในการวิ่งจากจุดหยุดนิ่งได้ดี มุมเส้นเชือกที่ใช้ผูกน้ำหนักขณะลากจึงน่าจะเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อแรงต้านของการฝึกหรือแรงเสียดทานของน้ำหนักและพื้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการฝึกลากถ่วงน้ำหนัก ว่าการผูกน้ำหนักบริเวณเอวที่มุมเส้นเชื่อกเท่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุดต่อการฝึกลากถ่วง ซึ่งหมายถึงกล้ามเนื้อกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการฝึกฝนได้ทำงานอย่างเต็มที่ ในขณะที่เกิดแรงส่งผ่านข้อต่อน้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง และความเร็ว เมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมองศาของเชือก 30 และ 60 องศา จากแนวขนานกับพื้น

สมมติฐานของการวิจัย

มุมของเชือกที่ 30 องศา น่าจะส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อสูงสุด ในขณะที่มีแรงปฏิกิริยาจากพื้นต่ำสุดในขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับมุมของเชือกที่ 60 องศา

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักกีฬารักบี้ฟุตบอลสังกัด ชมรมรักบี้ฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง มีอายุระหว่าง 18-25 ปี การคำนวนขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง จากสูตรวิเคราะห์

อำนาจการทดสอบสถิติที่ศึกษาของโคเอน (Cohen, 1988) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 95% (α =.05) อำนาจในการทดสอบ (Power of test) ที่ระดับ .80 และกำหนดขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ระดับ .80 (Alcaraz, 2008) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน และเพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างจึงได้เพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 15 คน กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ ในการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักทั้ง 2 มุม ประกอบด้วยมุม 30 และ60 องศา และวิ่งแบบไม่มีลากถ่วงน้ำหนัก (Control)

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลสังกัด ชมรมรักบี้ฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่เคยผ่านการฝึกวิ่งด้วยแรงต้านทาน

2. เคยเข้าร่วมการแข่งขันรักบี้ฟุตบอลระดับสมาคม ชมรม มหาวิทยาลัย หรือระดับสูงกว่าที่มีการจัดการแข่งขันอย่างเป็นทางการอย่างน้อย 1 ครั้ง และมีประสบการณ์ในการเล่นกีฬารักบี้ 1 ปีขึ้นไป

3. มีความถนัดในการออกตัววิ่งในท่าการเริ่มต้นการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วที่ยืน 2 จุด (2-point stance)

4. มีสุขภาพดีปราศจากโรค และไม่มีปัญหาด้านการบาดเจ็บถึงระดับรบกวนการทดลองในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อบริเวณข้อเข่าหรือข้อเท้า

5. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

2. มีเหตุให้กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ครบตามรูปแบบที่กำหนด

3. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วยกระทันหัน เป็นต้น

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและยินดีเข้าร่วมวิจัยเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย และกรอกข้อมูลพื้นฐานในแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น

2. ผู้วิจัยทำการอธิบายชี้แจงต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัย และขั้นตอนการปฏิบัติอย่างละเอียดก่อนการทดลองจริง แก่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้รับทราบและเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการทดลอง และดูสื่อวิดิโอลักษณะการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักดังกล่าว

3. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกายด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) รุ่น ioi 353 หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสวมใส่รองเท้าผ้าใบชนิดวิ่งให้พร้อมสำหรับการเก็บข้อมูล ความยาวจากตำแหน่ง Anterior Superior Iliac Spine (ASIS) ถึงพื้น เพื่อนำไปคำนวนหาค่าความยาวเส้นเชือกที่ใช้ในการลากถ่วงน้ำหนักของแต่ละมุมองศา (เซนติเมตร)

4. ผู้ช่วยวิจัยหาความหนักที่ใช้ถ่วง โดยใช้ความหนักที่ 30% ของน้ำหนักร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัย

5. ทำการสุ่มลำดับการทดลองโดยการใช้ Crossover-randomized order ในการจัดลำดับของมุมองศาของเส้นเชือกระหว่าง 30 และ 60 องศา

6. ผู้ช่วยวิจัยนำยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 10 นาที ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย

หลังจากนั้น ให้พัก 5 นาที และผู้วิจัยทำการเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องมือทั้ง 3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ทำให้สามารถใช้งานพร้อมกันได้ (Synchronize) ได้แก่ เครื่อง อีเอ็มจี โคเมต้า (Cometa) รุ่น เวฟพลัส อีเอ็มจี แบบไร้สาย (Wave Plus Wireless EMG) แผ่นวัดแรงสะท้อน Force plate bertec ขนาด 90 X 90 ซม. จำนวน 2 แผ่น และกล้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหวสามมิติยี่ห้อ โอคุส ควอลิซิส (Oqus Qualisys)

7. ผู้วิจัยทำความสะอาดผิวหนังโดยใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ด และติดตัวรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electrode) บนตำแหน่ง Motor point ของกลุ่มกล้ามเนื้อเป้าหมาย ด้วยเครื่องอีเอ็มจี โคเมต้า (EMG cometa) รุ่น เวฟพลัส อีเอ็มจี แบบไร้สาย (Wave Plus Wireless EMG) จำนวน 11 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้ออีเร็คเตอร์ สไปเน่ (Erector spinae) กล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส (Rectus abdominis) กล้ามเนื้อไอลิโอโซแอส (Iliopsoas) กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซีมัส (Gluteus maximus) กล้ามเนื้อแวสทัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) กล้ามเนื้อแวสทัส มีเดียลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอริส (Rectus femoris) กล้ามเนื้อไบเซ็ปส์ ฟีเมอริส (Biceps femoris) กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus) กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius) กล้ามเนื้อทิเบียลิส แอนทีเรีย (Tibialis anterior) ข้างที่ถนัด และวัด Maximum voluntary contraction (MVC) ของกล้ามเนื้อเหล่านี้

8. ผู้วิจัยหาค่าสูงสุดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะกล้ามเนื้อออกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแต่ละมัด (Maximal voluntary isometric contraction; MVIC) ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 11 มัด จากตำแหน่ง Motor point ของกล้ามเนื้อ (ABC of EMG, 2006) โดยใช้เวลา 5 วินาที ระหว่างการทดสอบแต่ละกล้ามเนื้อพัก 1 นาที และพักเป็นเวลา 5 นาที เพื่อเตรียมพร้อมขั้นตอนต่อไป

9. ผู้วิจัยติดมาร์คเกอร์ที่ตำแหน่ง Anterior Superior Iliac Spine (ASIS) ซึ่งจะอยู่ตรงบริเวณด้านข้างเชือกผูกบริเวณรอบเอวของผู้เข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นเริ่มทำการทดสอบความเร็วเริ่มจากการวิ่งแบบไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก ในช่วงยืนก่อนออกตัว (Starting phases) ด้วยท่าเริ่มต้นยืน 2 จุด แบบเท้านำเท้าตาม (Two-point stance) และให้เริ่มวิ่งออกตัววิ่งเต็มไปจนสุดระยะทางของทางวิ่ง รวมระยะทางวิ่ง 5 เมตร โดยกำหนดให้วิ่งผ่านแผ่นวัดแรงสะท้อน Force plate bertec ขนาด 90 X 90 ซม. จำนวน 2 แผ่น โดยให้ขาแต่ละข้าง เหยียบแผ่นวัดแรงสะท้อนข้างละ 1 แผ่น พร้อมกับจับความเร็วในการวิ่ง 5 เมตร โดยบันทึกจากกล้องวิเคราะห์การเคลื่อนไหว โอคุส ควอลิซิส (Oqus Qualisys) หลังจากนั้น ให้พัก 5 นาที

10. ผู้วิจัยผูกเชือกและติดตั้งตัวลากถ่วงกับบริเวณเอวของผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยให้เชือกทำมุม 30 หรือ 60 องศา ตามลำดับจากการจับสลาก โดยใช้ความยาวของเส้นเชือกจากการคำนวนสูตรที่ใช้ความสูงจากพื้นถึงระดับตำแหน่ง ASIS ของผู้เข้าร่วมวิจัย เมื่อได้ความยาวของเส้นเชือกจะทำการวัดมุมเชือกจากจุดเชือกที่ผูกกับเคลื่อนลากถ่วงน้ำหนักทำมุมกับพื้นด้วยเครื่องโกนิโอมิเตอร์ (Goniometer) อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในมุมที่ทำการทดสอบจะใช้มุมแรกที่ทำการวัดเสมอ คือ มีการวางตำแหน่งของเครื่องลากถ่วงน้ำหนักและจุดที่เท้าวางตรงกับการทดสอบรอบแรกของการทดสอบทั้ง 3 รูปแบบ และผู้ร่วมวิจัยอยู่ในท่ายืนตามที่กำหนด

11. ทดสอบการวิ่งลากถ่วงโดยมีขั้นตอนการทดสอบเหมือนการทดสอบความเร็วในการวิ่งโดยไม่ลากถ่วงน้ำหนัก โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่ 30% ของน้ำหนักตัว กำหนดตำแหน่งเท้าของผู้เข้าร่วมวิจัยและจุดของเครื่องลากถ่วงน้ำหนักของแต่ละองศาต้องวางอยู่ตรงจุดตำแหน่งเดียวกับจุดเริ่มต้นรอบแรกของการทดสอบ รวมทั้งมีผู้ช่วยวิจัยทำการจับเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก เพื่อไม่ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยกับเครื่องลากถ่วง

น้ำหนักเคลื่อนที่ก่อนสัญญาณเริ่มทดสอบแจ้งเตือน ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยทำการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุม 30 องศา และ 60 องศา รูปแบบละ 3 รอบ พักระหว่างรอบ และระหว่างรูปแบบการทดสอบเป็นเวลา 5 นาที

13. ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการผ่อนคลายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 10 นาที

15. ผู้วิจัยบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) เพื่อนำมาหาค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหวกับขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ (EMG Maximum intensity/MVIC) อัตราการพัฒนาความเข้มของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต่อหนึ่งหน่วยเวลา (Rate of EMG Development, RED (mv/sec)) เวลาที่เริ่มจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มของคลื่นไฟฟ้า กล้ามเนื้อที่ระดับฐานไปยังระดับที่ความเข้มสูงสุด (Time to peak intensity, msec) และบันทึกแรงปฏิกิริยาจากพื้น (GRF) โดยนำค่า ของ Vertical ground reaction force (VGRF, N) ของแผ่นวัดแรงสะท้อนแผ่นที่ 1 และ 2 อีกทั้ง บันทึกความเร็วในการวิ่ง 5 เมตร (m/s) จากจุดออกตัวถึงจุดที่ 5 เมตร โดยเลือกรอบที่มีความเร็วในการวิ่งสูงสุด จำนวน 1 ครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งภาพและข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกลบทิ้งทั้งหมดหลังเสร็จสิ้นกระบวนการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลเป็นโค้งปกติ โดยใช้การทดสอบของโคโมโกรอฟ-สเมอรนอฟ (Kolmogorov-smirnov Test)

3. ทดสอบความแตกต่างของความเร็ว คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งขณะทดลองด้วยการวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก (30% ของน้ำหนักตัว) ที่มุมเส้นเชือกที่ 30 และ 60 ความหนัก โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measure) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้แบบทดสอบ Tukey

ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 15 คน มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 21.80 ± 1.57 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 163.63 ± 6.42เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 58.12 ± 9.11 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ยเท่ากับ 21.64 ± 2.45 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความหนักที่ 30% ของน้ำหนักตัว เฉลี่ยเท่ากับ 17.00 ± 2.00 กิโลกรัม ความยาวจากจุด ASIS ถึงพื้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 ± 0.05 เซนติเมตร ความยาวเส้นเชือกที่ใช้ในการลากถ่วงน้ำหนักที่มุม 30 องศา เฉลี่ยเท่ากับ 2.29 ± 0.03 เซนติเมตร ความยาวเส้นเชือกที่ใช้ในการลากถ่วงน้ำหนักที่มุม 60 องศา เฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ± 0.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมลูพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 15 คน

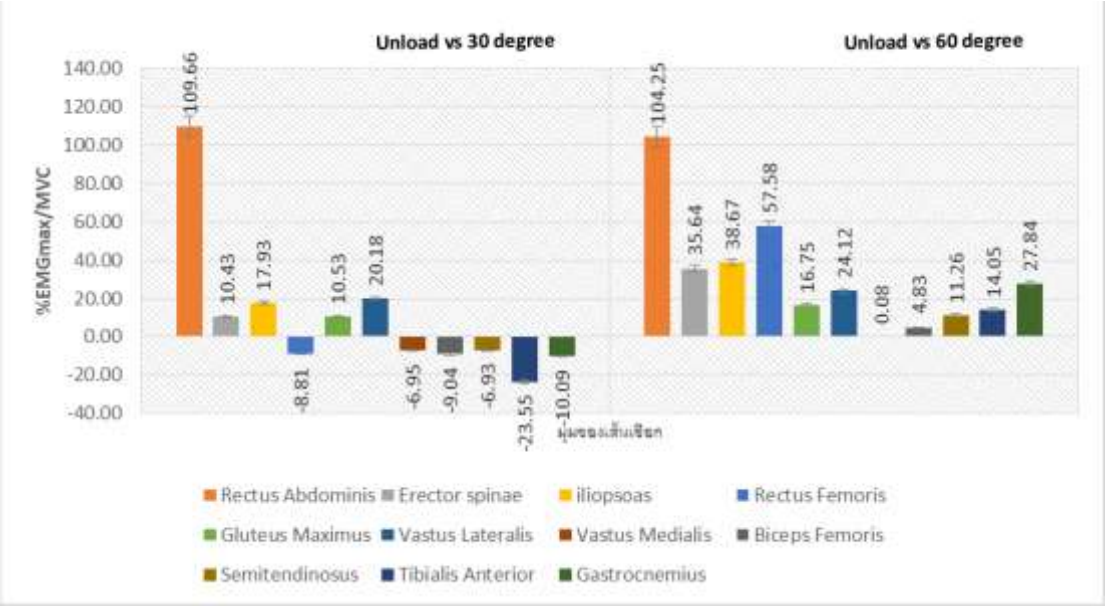
ข้อมูลพื้นฐาน (N = 15)	$\bar{x}$	SD
อายุ (ปี)	21.80	1.57
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.63	6.42
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.12	9.11
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	21.64	2.45
ความหนักที่ 30% ของน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	17.00	2.00
ความยาวจากจุด ASIS ถึงพื้น ขณะยืนตรง (เมตร)	0.95	0.05
ความยาวเส้นเชือกที่ใช้ในการลากถ่วงน้ำหนัก (เมตร)		
มุม 30 องศา	2.29	0.03
มุม 60 องศา	1.10	0.05

ตารางที่ 2 แสดงผลอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหว กับขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ (EMG activity/MVC) ในการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักและวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มมุ 30 องศา และ 60 องศา

EMG activity/MVIC	**Unload**		**30 degree**		**60 degree**	
Muscles	$\bar{x}$	**SD**	$\bar{x}$	**SD**	$\bar{x}$	**SD**
1. Rectus abdominis	1.165	1.395	2.262	3.105	2.208	3.067
2. Erector spinae	0.794	0.352	0.899	0.351	1.151	0.881
3. Iliopsoas	1.032	0.945	1.211	0.864	1.418	1.124
4. Rectus femoris	1.243	0.959	1.155	0.408	1.819	1.585
5. Gluteus maximus	1.751	1.159	1.856	1.522	1.918	1.764
6. Vastus lateralis	1.829	0.650	2.031	0.764	2.070	0.876
7. Vastus medialis	1.972	1.385	1.903	1.038	1.973	0.958
8. Biceps femoris	1.608	0.910	1.517	0.984	1.656	0.890
9. Semitendinosus	1.492	0.964	1.423	1.090	1.605	1.021

จากตารางที่ 2 พบว่า อัตราส่วนระหว่างความเข้มของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหว ต่อความเข้มของกล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ ในการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักทั้ง 2 มุม มีค่าเพิ่มขึ้นตามมุมเส้นเชือกของเครื่องลากถ่วงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (30 และ 60 องศา) เมื่อเปรียบเทียบกับการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก แม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus Abdominis, Erector spinae, iliopsoas, Vastus Lateralis เมื่อเปรียบเทียบการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา กับการวิ่งแบบไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก พบว่ามีค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหว ต่อขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่น้อยกว่าการวิ่งแบบไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus Femoris, Gluteus Maximus, Vastus Medialis, Bicep Femoris, Semitendinosus, Tibialis Anterior, Gastrocnemius และพบว่าอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหวต่อขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ ทุกมัดกล้ามเนื้อ ในการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมของเส้นเชือก 60 องศา มีค่ามากกว่าการวิ่งแบบไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก และมีค่ามากกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศาตารางที่ 2 แสดงผลอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหว กับขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ (EMG activity/MVC) ในการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักและวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุม 30 องศา และ 60 องศา

รูปที่ 1 แสดงความแตกต่างของ (% EMG max/MVC) ของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และ 60 องศาเมื่อเปรียบเทียบการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก



จากแผนภมิที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างผลร้อยละของอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหว ต่อขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ (%MVC) เมื่อเปรียบเทียบการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักกับวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุม 30 องศา และ 60 องศา พบว่า การวิ่งลากถ่วงที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มี การทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นทุกมัดกล้ามเนื้อทั้ง 11 มัด โดยกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นมากที่สดุจะเป็นกล้ามเนื้อส่วนลำตัว ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus abdominis กล้ามเนื้อบริเวณสะโพกมีค่าคลื่นไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ กล้ามเนื้อ iliopsoas กล้ามเนื้อบริเวณต้นขามี ขนาดคลื่นไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus femoris และ กล้ามเนื้อบริเวณปลายขามีขนาดคลื่นไฟฟ้า เพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อสำคัญต่อการวิ่งในช่วงแรกของการออกตัว

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างของผลร้อยละของอัตราส่วนระหว่างขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะเคลื่อนไหวกับขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ (%MVIC) เมื่อเปรียบเทียบการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก กับวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มมุ 30 องศา และ 60 องศา

ตารางที่ 3 แสดงผลแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง (นิวตัน) ขณะวิ่งที่ไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักและการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มมุเส้นเชือก 30 องศา และ 60 องศา

Vertical ground reaction force (VGRF, N)	$\bar{x}$	SD
Unload	1391.286	229.618
30 degree	1245.227	147.287
60 degree	1315.907	247.861

จากตารางที่ 3 พบว่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่ง (VGRF) ของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งระหว่างการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศากับ 60 องศา พบว่า มีค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความเร็วในการวิ่งระยะ 5 เมตร ขณะวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก และวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 และ 60 องศา พบว่า ความเร็วมีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความเร็วในการวิ่งระหว่างการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา กับ 60 องศา พบว่า มีความเร็วแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและความเร็ว เมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมองศาของเชือก 30 และ 60 องศา จากการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหว ของกล้ามเนื้อ 11 มัด ในการวิ่งแบบไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก และการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักทั้ง 2 มุม พบว่า การทำงานของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ซึ่งทำหน้าที่ถีบปลายเท้า มีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้าสูงสุด และการเร่งมีค่าอัตราส่วนคลื่นไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้นตามองศาที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งยังมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Rectus Abdominis, Erector spinae, iliopsoas, Gluteus maximus, Quadriceps, Hamstrings ซึ่งมีความสำคัญ

ตารางที่ 4 แสดงผลความเร็วในการวิ่ง 5 เมตร (เมตร/วินาที) ของการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก และวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 และ 60 องศา

Velocity (m/sec)	$\bar{x}$	SD
Unload	6.222	0.544
30 degree	5.197	0.496 *
60 degree	5.105	0.399$

* แตกต่างกัน ระหว่าง Unload และ 30° ที่ระดับ 0.05

$ แตกต่างกัน ระหว่าง Unload และ 60° ที่ระดับ 0.05

ในการออกแรงในช่วงการเริ่มออกตัววิ่ง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ โค และคณะ (Coh et al., 2009) ที่พบว่าเมื่อการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มีมุมของเส้นเชือกมากขึ้น จะส่งผลให้มีน้ำหนักบริเวณทางด้านหลังของร่างกายมากขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้จากสมการแรงต้านจากการถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$F\cos\theta - f = ma$$

$$F\cos\theta - \mu(mg - F\sin\theta) = ma$$

กล่าวคือเมื่อมุม เส้นเชือกที่ผูกกับเครื่องลากถ่วงน้ำหนักมีมุมมากขึ้นจะส่งผลให้ $F\cos\theta$ มีค่าลดลง เนื่องจากมีการสูญเสียแรงส่วนหนึ่งไปกับการยกน้ำหนักให้ลอยสูงขึ้น ซึ่งแสดงได้จากการเพิ่มขึ้นของค่า $F\sin\theta$ และเมื่อพิจารณาจากสมการดังกล่าว พบว่ามุมเส้นเชือก 30 องศา ควรจะกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อที่น้อยกว่าที่มุมเชือก 60 องศา ซึ่งจากแผนภูมิที่ 1 พบว่ากล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการลากถ่วงน้ำหนัก ดังเช่น กล้ามเนื้อ Rectus Abdominis, Erector spinae, iliopsoas, Gluteus maximus, Rectus femoris, Vastus Lateralis และ Gastrocnemius มีแนวโน้มในการทำงานตามทฤษฎีและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการวิ่งลากถ่วงแบบไม่มีน้ำหนัก และการวิ่งแบบมีน้ำหนักถ่วงที่มุมเส้นเชือกทั้ง 2 มุม พบว่าแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อทั้ง 11 มัด แต่มีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วของนักกีฬาตั้งแต่เริ่มออกตัวโดยเฉพาะเท้าก้าวที่ 1 – 3 จึงอาจกล่าวได้ว่า ในขาข้างที่ทำการทดลองจังหวะงอสะโพกและยกเข่าขึ้นก่อนที่จะทำการก้าวขาวางเท้าจะต้องอาศัยพลังกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก (Hip muscles) ได้แก่ กล้ามเนื้อ iliopsoas ทำหน้าที่ในการงอสะโพกและยกต้นขา (Hip flexion) ซึ่งมีการทำงานมากขึ้นเมื่อฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ โดยทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อลำตัวส่วนด้านหน้า ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus Abdominis ที่ช่วยในการกดกระดูกซี่โครง และทำให้กระดูกเชิงกรานอยู่นิ่ง และยังช่วยในการก้มตัว (Seeley, 1992) โดยมีการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเมื่อลากถ่วงน้ำหนักสูงกว่าเมื่อไม่มีน้ำหนักลากถ่วง ขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มีเส้นเชือกผูกบริเวณเอว และมีความหนักของเครื่องลากถ่วงน้ำหนักที่ 30% ของน้ำหนักร่างกาย จึงทำให้กล้ามเนื้อทั้งสองทำงานมากขึ้นตามมุมองศาของเส้นเชือกที่มากขึ้น เพื่อให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยความเร็ว ซึ่งมีการทำงานตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อลำตัวส่วนด้านหลัง ได้แก่ กล้ามเนื้อ Erector spinae (Iliocostalis lumbolum) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยเหยียดตรงของกระดูกสันหลังระดับเอว โดยผลจากการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อ Erector spinae ถูกกระตุ้นทำให้ค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดมีค่ามากขึ้นเมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ

ในขณะที่กล้ามเนื้อเหยียดสะโพกที่ทำงานตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อ iliopsoas ขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก ได้แก่ กล้ามเนื้อ Gluteus Maximus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักในการเหยียดสะโพกทำหน้าที่ในการส่งแรงในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ไป

ข้างหน้าทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อ Hamstrings ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการติด EMG ที่กล้ามเนื้อ Biceps femoris และกล้ามเนื้อ Semitendinosus ที่จะช่วยในการเร่งข้อสะโพกและงอเข่า (flex knee) เมื่อเท้าวางสัมผัสพื้นกล้ามเนื้อจะทำงานออกแรงเต็มที่ในจังหวะเข่างอ เพื่อออกแรงส่งให้ร่างกายเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยพบว่า กล้ามเนื้อ Biceps femoris มีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดที่มากกว่ากล้ามเนื้อ Semitendinosus และกล้ามเนื้อ Biceps femoris ที่เป็นกล้ามเนื้อทำหน้าที่งอ ข่าและออกแรงมากกว่า เนื่องมาจากการสะท้อนของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสะท้อนเข้ามาทางด้านนอกข้อเข่า (lateral of knee) มากกว่าทางด้านในข้อเข่า (medial of knee) ที่จะสะท้อนจากกระดูกหน้าแข้งด้านในขึ้นมาไปยังด้านนอกของกระดูกต้นขา (lateral of femur) ส่งผลให้ กล้ามเนื้อ Biceps femoris ถูกกระตุ้นมากขึ้น และมีการทำงานมากขึ้นเมื่อฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของดอร์น (Dorn et al., 2012) ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกและบริเวณข้อเท้า ขณะวิ่ง ด้วยแบบจำลอง EMG พบว่ากล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายที่ใช้งานขณะวิ่งช่วงเร่งความเร็ว คือ iliopsoas, Gluteus Maximus, Hamstrings นอกจากนี้ กลุ่มกล้ามเนื้อ Quadriceps femoris ที่มีกล้ามเนื้อ Vastus lateralis เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุด ช่วยในการเหยียดเข่าและเป็นกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งมีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มากที่สุดในกลุ่มของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และมีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดมากที่สุดเมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้น 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ จากแผนภูมิที่ 2 อาจกล่าวได้ว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือกที่ เหมาะสมต่อการพัฒนาอัตราส่วนของขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหวต่อขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ คือ การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา เนื่องจากเป็นรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อในมุมนั้นใกล้เคียงกับรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะวิ่งที่ไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก แต่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นให้ทำงานได้มากกว่า

ในส่วนของผลของความเร็วในการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่เป็นการใช้แรงต้านทานการเคลื่อนไหวที่อาศัยน้ำหนักที่ถ่วงด้านหลัง เมื่อระยะทางในการวิ่งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้แรงต้านขณะวิ่งเพิ่มมากขึ้น และแรงต้านจะค่อยๆ ลดลงเมื่อนักกีฬาสามารถเอาชนะแรงต้านทานนั้นได้ โดยอาศัยความสามารถของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ออกแรงอย่างรวดเร็วในการผลิตกำลังสูงสุดของการเคลื่อนไหวแนวราบ และแนวดิ่งในช่วงเวลาสั้นๆ ส่งผลให้ความเร็วการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีความเร็วที่น้อยกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักมีความเร็วของการวิ่งมากที่สุด ซึ่งผลกระทบของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักกับแรงภายนอก (External loads) มีผลโดยตรงต่อเวลาในการวิ่งที่ระยะจากจุดเริ่มต้น และความสามารถพัฒนาการเร่งความเร็ว (Sprint acceleration ability) (Cottle et alใ, 2014) นอกจากนี้การวิจัยนี้ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งระหว่างการวิ่งทั้ง 3 รูปแบบ โดยการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักมีค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งมากกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และ 60 องศา อาจเนื่องมาจากร่างกายของนักกีฬาไม่มีน้ำหนักที่ถ่วงร่างกาย และไม่มีน้ำหนักดึงลงในทิศทางด้านหลังตามแนวเส้นเชือกทำให้ช่วงจังหวะที่เท้ากำลังลอยจากพื้น (Take-off) ออกแรงเต็มที่ในลักษณะแรงระเบิด (Explosive power) จังหวะที่เท้าทั้งสองลอยอยู่ในอากาศ (Flight) มีระยะทางที่สูงกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่เส้นเชือกทั้ง 2 มุม เมื่อถึงจังหวะที่เท้าตกถึงพื้น (Landing) จึงเกิดแรงปฏิกิริยาสะท้อนกลับมากกว่า ซึ่งจากงานวิจัยยังพบว่า มุมเส้นเชือก 60 องศา ส่งผลให้มีแรงสะท้อนจากพื้นน้อยกว่ามุมเส้นเชือก 30 องศา โดยผลลัพธ์ของค่า $F\cos\theta$ ของแนวแกน x บริเวณที่เท้าสัมผัสพื้น และดูผลลัพธ์ $F\sin\theta$ ของแนวแกน x บริเวณเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก อีกทั้งอาจเนื่องมาจากการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีความเร่งในการเคลื่อนที่น้อยกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และการวิ่งแบบไม่มีเครื่องวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก จึงส่งผลค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งน้อยที่สุด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีผลต่อการต้านแรงที่มีการฉุดรั้งการเคลื่อนไหวไปในทิศทางด้านหน้า ส่งผลให้ความเร็วของการวิ่งลดลงและแรงปฏิกิริยาจากพื้นน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามในการเร่งความเร็วนักกีฬาควรจะต้องออกแรงกระทำไปที่พื้นเป็นมุมที่น้อยกว่า 90 องศา ซึ่งเป็นแรงปฏิกิริยา (Action force) และจะมีแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) ซึ่งยิ่งมีมากก็จะเป็นผลดีต่อการเร่งความเร็ว

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งและความเร็ว เมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมองศาของเชือก 30 และ 60 องศา จากการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหว ของกล้ามเนื้อ 11 มัด ในการวิ่งแบบไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก และการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักทั้ง 2 มุม พบว่า การทำงานของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ซึ่งทำหน้าที่ถีบปลายเท้า มีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้าสูงสุด และการเร่งมีค่าอัตราส่วนคลื่นไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้นตามองศาที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งยังมีการทำงานของกล้ามเนื้อ Rectus Abdominis, Erector spinae, iliopsoas, Gluteus maximus, Quadriceps, Hamstrings ซึ่งมีความสำคัญในการออกแรงในช่วงการเริ่มออกตัววิ่ง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ โค และคณะ (Coh et al., 2009) ที่พบว่าเมื่อการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มีมุมของเส้นเชือกมากขึ้น จะส่งผลให้มีน้ำหนักบริเวณทางด้านหลังของร่างกายมากขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้จากสมการแรงต้านจากการถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$F\cos\theta - f = ma$$

$$F\cos\theta - \mu(mg - F\sin\theta) = ma$$

กล่าวคือเมื่อมุม เส้นเชือกที่ผูกกับเครื่องลากถ่วงน้ำหนักมีมุมมากขึ้นจะส่งผลให้ $F\cos\theta$ มีค่าลดลง เนื่องจากมีการสูญเสียแรงส่วนหนึ่งไปกับการยกน้ำหนักให้ลอยสูงขึ้น ซึ่งแสดงได้จากการ

เพิ่มขึ้นของค่า Fsinθ และเมื่อพิจารณาจากสมการดังกล่าว พบว่ามุมเส้นเชือก 30 องศา ควรจะกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อที่น้อยกว่าที่มุมเชือก 60 องศา ซึ่งจากแผนภูมิที่ 1 พบว่ากล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการลากถ่วงน้ำหนัก ดังเช่น กล้ามเนื้อ Rectus Abdominis, Erector spinae, iliopsoas, Gluteus maximus, Rectus femoris, Vastus Lateralis และ Gastrocnemius มีแนวโน้มในการทำงานตามทฤษฎีและสมมติฐานที่ตั้งไว้

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการวิ่งลากถ่วงแบบไม่มีน้ำหนัก และการวิ่งแบบมีน้ำหนักถ่วงที่มุมเส้นเชือกทั้ง 2 มุม พบว่าแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อทั้ง 11 มัด แต่มีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วของนักกีฬาตั้งแต่เริ่มออกตัวโดยเฉพาะเท้าก้าวที่ 1 – 3 จึงอาจกล่าวได้ว่า ในขาข้างที่ทำการทดลองจังหวะงอสะโพกและยกเข่าขึ้นก่อนที่จะทำการก้าวขาวางเท้าจะต้องอาศัยพลังกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก (Hip muscles) ได้แก่ กล้ามเนื้อ iliopsoas ทำหน้าที่ในการงอสะโพกและยกต้นขา (Hip flexion) ซึ่งมีการทำงานมากขึ้นเมื่อฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ โดยทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อลำตัวส่วนด้านหน้า ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus Abdominis ที่ช่วยในการกดกระดูกซี่โครง และทำให้กระดูกเชิงกรานอยู่นิ่ง และยังช่วยในการก้มตัว (Seeley, 1992) โดยมีการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเมื่อลากถ่วงน้ำหนักสูงกว่าเมื่อไม่มีน้ำหนักลากถ่วง ขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มีเส้นเชือกผูกบริเวณเอว และมีความหนักของเครื่องลากถ่วงน้ำหนักที่ 30% ของน้ำหนักร่างกาย จึงทำให้กล้ามเนื้อทั้งสองทำงานมากขึ้นตามมุมองศาของเส้นเชือกที่มากขึ้น เพื่อให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้าด้วยความเร็ว ซึ่งมีการทำงานตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อลำตัวส่วนด้านหลัง ได้แก่ กล้ามเนื้อ Erector spinae (Iliocostalis lumbolum) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยเหยียดตรงของกระดูกสันหลังระดับเอว โดยผลจากการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อ Erector spinae ถูกกระตุ้นทำให้ค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดมีค่ามากขึ้นเมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ

ในขณะที่กล้ามเนื้อเหยียดสะโพกที่ทำงานตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อ iliopsoas ขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก ได้แก่ กล้ามเนื้อ Gluteus Maximus ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักในการเหยียดสะโพกทำหน้าที่ในการส่งแรงในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อ Hamstrings ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการติด EMG ที่กล้ามเนื้อ Biceps femoris และกล้ามเนื้อ Semitendinosus ที่จะช่วยในการเร่งข้อสะโพกและงอเข่า (flex knee) เมื่อเท้าวางสัมผัสพื้นกล้ามเนื้อจะทำงานออกแรงเต็มที่ในจังหวะเข่างอ เพื่อออกแรงส่งให้ร่างกายเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยพบว่า กล้ามเนื้อ Biceps femoris มีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดที่มากกว่ากล้ามเนื้อ Semitendinosus และกล้ามเนื้อ Biceps femoris ที่เป็นกล้ามเนื้อทำหน้าที่งอ ข่าและออกแรงมากกว่า เนื่องมาจากการสะท้อนของแรงปฏิกิริยาจากพื้นสะท้อนเข้ามาทางด้านนอกข้อเข่า (lateral of knee) มากกว่าทางด้านในข้อเข่า (medial

of knee) ที่จะสะท้อนจากกระดูกหน้าแข้งด้านในขึ้นมาไปยังด้านนอกของกระดูกต้นขา (lateral of femur) ส่งผลให้ กล้ามเนื้อ Biceps femoris ถูกกระตุ้นมากขึ้น และมีการทำงานมากขึ้นเมื่อฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของดอร์น (Dorn et al., 2012) ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกและบริเวณข้อเท้า ขณะวิ่ง ด้วยแบบจำลอง EMG พบว่ากล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายที่ใช้งานขณะวิ่งช่วงเร่งความเร็ว คือ iliopsoas, Gluteus Maximus, Hamstrings นอกจากนี้ กลุ่มกล้ามเนื้อ Quadriceps femoris ที่มีกล้ามเนื้อ Vastus lateralis เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุด ช่วยในการเหยียดเข่าและเป็นกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งมีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มากที่สุดในกลุ่มของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และมีค่าอัตราส่วนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดมากที่สุดเมื่อวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มมุเส้น 60 องศา และ 30 องศา ตามลำดับ จากแผนภูมิที่ 2 อาจกล่าวได้ว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือกที่ เหมาะสมต่อการพัฒนาอัตราส่วนของขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดขณะเคลื่อนไหวต่อขนาดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวคงที่ คือ การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มมุเส้นเชือก 60 องศา เนื่องจากเป็นรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อในมุมนั้นใกล้เคียงกับรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะวิ่งที่ไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก แต่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นให้ทำงานได้มากกว่า

ในส่วนของผลของความเร็วในการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่เป็นการใช้แรงต้านทานการเคลื่อนไหวที่อาศัยน้ำหนักที่ถ่วงด้านหลัง เมื่อระยะทางในการวิ่งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้แรงต้านขณะวิ่งเพิ่มมากขึ้น และแรงต้านจะค่อยๆ ลดลงเมื่อนักกีฬาสามารถเอาชนะแรงต้านทานนั้นได้ โดยอาศัยความสามารถของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ออกแรงอย่างรวดเร็วในการผลิตกำลังสูงสุดของการเคลื่อนไหวแนวราบ และแนวดิ่งในช่วงเวลาสั้นๆ ส่งผลให้ความเร็วการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีความเร็วที่น้อยกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักมีความเร็วของการวิ่งมากที่สุด ซึ่งผลกระทบของการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักกับแรงภายนอก (External loads) มีผลโดยตรงต่อเวลาในการวิ่งที่ระยะจากจุดเริ่มต้น และความสามารถพัฒนาการเร่งความเร็ว (Sprint acceleration ability) (Cottle et alใ, 2014) นอกจากนี้การวิจัยนี้ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งระหว่างการวิ่งทั้ง 3 รูปแบบ โดยการวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนักมีค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งมากกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และ 60 องศา อาจเนื่องมาจากร่างกายของนักกีฬาไม่มีน้ำหนักที่ถ่วงร่างกาย และไม่มีน้ำหนักดึงลงในทิศทางด้านหลังตามแนวเส้นเชือกทำให้ช่วงจังหวะที่เท้ากำลังลอยจากพื้น (Take-off) ออกแรงเต็มที่ในลักษณะแรงระเบิด (Explosive power) จังหวะที่เท้าทั้งสองลอยอยู่ในอากาศ (Flight) มีระยะทางที่สูงกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่เส้นเชือกทั้ง 2 มุม เมื่อถึงจังหวะที่เท้าตกถึงพื้น (Landing) จึงเกิดแรง

ปฏิกิริยาสะท้อนกลับมากกว่า ซึ่งจากงานวิจัยยังพบว่า มุมเส้นเชือก 60 องศา ส่งผลให้มีแรงสะท้อนจากพื้นน้อยกว่ามุมเส้นเชือก 30 องศา โดยผลลัพธ์ของค่า $F\cos\theta$ ของแนวแกน x บริเวณที่เท้าสัมผัสพื้น และดูผลลัพธ์ $F\sin\theta$ ของแนวแกน x บริเวณเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก อีกทั้งอาจเนื่องมาจากการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีความเร่งในการเคลื่อนที่น้อยกว่าการวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 30 องศา และการวิ่งแบบไม่มีเครื่องวิ่งลากถ่วงน้ำหนัก จึงส่งผลค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งน้อยที่สุด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีผลต่อการต้านแรงที่มีการฉุดรั้งการเคลื่อนไหวไปในทิศทางด้านหน้า ส่งผลให้ความเร็วของการวิ่งลดลงและแรงปฏิกิริยาจากพื้นน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามในการเร่งความเร็วนักกีฬาควรจะต้องออกแรงกระทำไปที่พื้นเป็นมุมที่น้อยกว่า 90 องศา ซึ่งเป็นแรงปฏิกิริยา (Action force) และจะมีแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) ซึ่งยิ่งมีมากก็จะเป็นผลดีต่อการเร่งความเร็ว

สรุปผลการทดลองของงานวิจัย

การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มุมเส้นเชือก 60 องศา มีความเหมาะสมในการพัฒนากล้ามเนื้อที่ใช้ในการวิ่งออกตัวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอลหญิงได้มากที่สุด เนื่องจากรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อใกล้เคียงกับรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะวิ่งไม่มีเครื่องลากถ่วงน้ำหนัก แต่มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่า และแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักเป็นการฝึกที่พัฒนาการวิ่งระยะ 0-10 เมตร ซึ่งเมื่อก้าวเท้าออกตัววิ่งแรงเสียดทานของเครื่องลากถ่วงก็จะลดลง ซึ่งผลของการวิจัยที่เก็บข้อมูลในเท้าก้าวที่ 2 และ 3 ถ้าปรับการเก็บข้อมูลโดยเริ่มจากเท้าที่ 1 และ 2 แทนอาจมีผลความแตกต่างของตัวแปร

2. การฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มมุเส้นเชือก 60 องศา สามารถใช้พัฒนากล้ามเนื้อที่สำคัญต่อการวิ่งออกตัวได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักกีฬารักบี้ฟุตบอลสังกัดชมรมรักบี้ฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยในกรุงเทพและปริมณฑลทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี งานวิจัยนี้ได้รับทุน 90 ปีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

Alcaraz PE, Palao JM, Elvira JL, Linthorne NP. (2008).Effects of threetypes of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximu m velocity. The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(*3*):890-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816611ea.

Bachero-Mena, B and Gonza´ lez-Badillo, JJ. (2014). Effects of resisted sprint training on acceleration with three different loads accounting for 5, 12.5, and 20% of body mass. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(10), 2954–2960.

Biscombe, T. and Drewett, P. (2010). Rugby: Steps to success. Leeds: Human Kinetics. Charoen krabuanrat (1995). Technical training speed. (Bangkok: Department of Sports Science). Kasetsart University)

Coh M.; Peharec S.; Bacic P.; Kampmiller T., (2009). Dynamic factors and electromyoelectromyographic activity in a sprint start.Biology of Sport, Vol. 26 No 2

Cottle C, Carlson LA, Lawrence MA. (2014). Effects of sled towing on sprint starts. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28, 1241-1245.

Cronin, J., Hansen, K., Kawamori, N., & McNair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. Sports Biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports, 7(2), 160-172. doi:10.1080/14763140701841381.

Cronin, J.B., and Hansen, K.T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. The Journal of Strength & Conditioning Research, 19(2), 349–357.

Dorn TW., Schache AG, Pandy MG. (2012). Muscular strategy shift in human running: dependence of running speed on hip and ankle muscle performance, Journal of Experi-mental Biology, 215, 1944-1956.

Harrison, AJ, and Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(1), 275-283.

Kawamori, N, Newton, RU, Hori, N, and Nosaka, K. (2014). Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(10), 2738-2745.

Kratky, S, Buchecker, M, Pfusterschmied, J, Szekely, C, and Mu¨ ller, E. (2016). Effects of a body-weight supporting kite on sprint running kinematics in well-trained sprinters. The Journal of Strength & Conditioning Research, 30(1), 102–108.

Lockie, R.G., Murphy A.J. and Spinks C.D. (2003). Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research,17(4), 760–767.

Milanese C., Bertucco M., Zancanaro C. (2014). The effects of three different rear knee angles on kinematics in the sprint start. Biology of Sport, 31, 209-215.

Paulson, S and Braun, WA. (2011). The influence of parachute-resisted sprinting on running mechanics in

collegiate track athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research, 25(6), 1680–1685.

Seeley, R.R., T.D. Stephens and P. Taste. (1992). Anatomy & Physiology. 2nd Edition. Missouri : A Mosby imprint of Mosby-Year Book, Inc.

Spinks, C.D., Murphy, A.J., Spinks, W.L. and Lockie, R.G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 21(1), 77-85.

Wellman, AD, Coad, SC, Goulet, GC, and McLellan, CP. (2016). Quantification of competitive game demands of NCAA Division I college football players using global positioning systems. The Journal of Strength & Conditioning Research, 30(1),11–19.

West, DJ, Cunningham, DJ, Bracken, RM, Bevan, HR, Crewther, BT, Cook, CJ, and Kilduff, LP. (2013). Effects of resisted sprint training on acceleration in professional rugby union players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(4), 1014–1018.

ผลของการเปรียบเทียบการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย

อริศ กิริยา และคนางค์ ศรีหิรัญ
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 24 October 2561 / Revised: 1 February 2562 / Accepted:20 July 2563

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและแบบสลับนั่งพักที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทนนิส เพศชาย มหาวิทยาลัยศิลปากร ช่วงอายุตั้งแต่ 18 – 22 ปี ที่ฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ จำนวน 14 คน เข้ารับการฟื้นฟู 3 รูปแบบหลังทำให้เกิดการล้าตามวิธีการทดลองหมุนเวียนสมดุล ได้แก่ นั่งพักปกติ (12 นาที) นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง (12 นาที อุณหภูมิน้ำ 15±1 องศาเซลเซียส) และนั่งแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก (4 x 3 นาที ที่อุณหภูมิน้ำ 15±1 องศาเซลเซียส สลับพัก 1 นาทีโดยไม่แช่น้ำ) โดยการทดสอบแต่ละครั้ง เว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทดสอบตัวแปรสรีรวิทยาทั่วไป พลังในการกระโดดในแนวดิ่ง และความแคล่วคล่องว่องไว หลังจากทำให้เกิดการล้า และหลังทำการฟื้นฟู วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยใช้ One-way ANOVA with repeated measure ทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยวิธีของ Bonferroni กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย ทันทีภายหลังจากทำให้เกิดการล้า ค่าพลังกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักสามารถช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพของความแคล่วคล่องว่องไวและพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการนั่งพักปกติและการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปผลการวิจัย ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักเป็นวิธีที่ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสที่มีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการนั่งพักปกติ

คำสำคัญ: การแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง/ การแช่น้ำเย็นสลับนั่งพัก/ สมรรถภาพกล้ามเนื้อ/ กีฬาเทนนิส

Corresponding Author: ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ 10330. E-mail:Kanang.S@chula.ac.th

EFFECTS OF CONTINUOUS AND INTERMITTENT COLD WATER IMMERSION ON MUSCLE RECOVERY IN VARSITY MALE TENNIS PLAYERS

Aris Kiriya and Kanang Srihirun
Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University
Received: 24 October 2018 / Revised: 1 February 2019 / Accepted:20 July 2020

Abstract

Purpose: To compare the effects of continuous and intermittent cold water immersion fatiguing after exercise on muscle recovery in varsity male tennis players**.**

Methods: Fourteen male Tennis players, aged between 18- 22 years, were recruited from Silpakorn University, and participated in this study. In a randomized counter balance design, participants underwent three fatiguing exercise separated by 1 of 3 different recovery protocols; a passive rest 12 min, a 12-min continuous cold water immersion (15±1^{o}C) and a 4 x 3-min intermittent cold water immersion (15±1^{o}C) Dependent variables were vertical jump and spider agility test. Data were analyzed using One- way ANOVA with repeated measure followed by Bonferroni post-hoc test. P<0.05 was considered a statistical significance.

Results: The mean of maximum vertical jump and agility test was significantly decreased immediately after fatiguing exercise. However, these values were rapidly recovered power during after intermittent cold water immersion was compared with those of continuous cold water immersion and passive rest conditions ($p < .05$).

Conclusion: The present findings demonstared that an intermittent cold water immersion protocol appears to be more effective in enhancing muscle recovery in male tennis players compared with a continuous cold water immersion and passive rest following fatiguing exercise.

Key Words: Continuous Cold Water Immersion / Intermittent Cold Water Immersion / Muscular Performance / Tennis

Corresponding Author: Dr. Kanang Srihirun, Faculty of Sport Science Chulalongkorn University Bangkok 10330, Thailand, E-mail: Kanang.S@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาเทนนิสถูกจัดอยู่ในรูปแบบการออกกำลังกายแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent exercise) เป็นการออกกำลังกายที่มีช่วงสลับหนัก-เบา เป็นกีฬาที่ต้องการความสามารถของนักกีฬาในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วในทุก ๆ ทิศทาง ทั้งการเร่งความเร็ว การหยุด การออกตัว การเปลี่ยนทิศทาง และการกระโดด (Chandler, 1995) มีการศึกษาลักษณะเฉพาะของความต้องการระบบพลังงานของกีฬาเทนนิส โดยกีฬาเทนนิสจะเน้นไปที่ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) เอเลียต ดาวน์สันและ ปีเก้ (Elliott, Dawson, and Pyke, 1985) ได้ทำการศึกษาเกมการแข่งขันเทนนิสพบว่า รวมเวลาการแข่งขันจะอยู่ระหว่าง 1-5 ชั่วโมง ระยะเวลาเฉลี่ยแต่ละแมทซ์ประมาณ 2 ชั่วโมง ด้วยความที่เทนนิสเป็นกีฬาที่มีระยะเวลาการแข่งขันนาน และเป็นกีฬาที่ต้องใช้สมรรถนะทางร่างกายของนักกีฬาที่ความหนักสูงๆ เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องซ้ำๆตลอดการแข่งขัน ทำให้นักกีฬามักประสบปัญหาที่เป็นผลจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ทำให้การแสดงทักษะในระหว่างการแข่งขันลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาลดลง เช่น การลดลงของพลังกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ของนักกีฬาช้าลง (Knicker, Renshaw, Oldham, and Cairns, 2011)

ในการแข่งขันเทนนิสในระดับเยาวชนจนถึงระดับมหาวิทยาลัยนั้น อาจจะต้องมีการทำการแข่งขันซ้ำๆ หลายครั้งภายในวันเดียวกัน ทำให้นักกีฬาเกิดความเมื่อยล้าและไม่สามารถแสดงประสิทธิภาพในการแข่งขันได้อย่างเต็มที่ในการแข่งขันรอบต่อไป โดยตามกติกาของลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย กล่าวว่า หากแข่งขันน้อยกว่า 60 นาที ให้พัก 30 นาที แข่งขันมากกว่า 60 นาที แต่ไม่เกิน 90 นาที ให้พัก 60 นาที และหากแข่งขันมากกว่า 90 นาที ให้พัก 90 นาที จะเห็นได้ว่ากรณีที่นักกีฬาแข่งขันรอบที่ผ่านมาไม่เกิน 60 นาที จะมีเวลาพักแค่ 30 นาทีเท่านั้น ด้วยระยะเวลาที่จำกัดตามกติกาการแข่งขันทำให้โค้ชและนักกีฬาจำเป็นต้องมีการวางแผนหรือหาวิธีการเพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายให้แก่นักกีฬาให้เหมาะสม

การอาศัยประโยชน์จากช่วงเวลาพักนั้น แม้เป็นช่วงเวลาที่จำกัด แต่ก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม การประสบความสำเร็จในการแข่งขันเทนนิสนอกจากต้องมีทักษะการเล่น (Skill) และสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ที่ดีแล้ว ยังจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการฟื้นตัว (Recovery) ที่ดี หากมีการเตรียมความพร้อมหรือวิธีการฟื้นตัวจากความเมื่อยล้าที่เหมาะสมย่อมจะส่งผลต่อการคงประสิทธิภาพและมาตรฐานในการเล่น ให้ยาวนานได้ยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่า การแช่น้ำเย็นเป็นวิธีหนึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการช่วยฟื้นฟูความเมื่อยล้า ซึ่งการแช่น้ำเย็นยังส่งผลทำให้อัตราการไหลเวียนของเลือดบริเวณหลอดเลือดส่วนปลาย (Peripheral blood flow) มีอัตราลดลงเนื่องจากหลอดเลือดบริเวณชั้น ผิวหนังมีการหดตัวแต่ด้วยเหตุนี้ทำให้อัตราการไหลเวียนโลหิตกลับเข้าสู่หัวใจ (Cardiac preload) เพิ่มขึ้น คือ ทำให้ระดับการไหลเวียนเลือดส่วนกลาง (Central blood volume) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในขณะบีบตัว (Stroke volume) และปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output) เพิ่มขึ้นด้วย ทำให้มีปริมาณเลือดเพียงพอที่ส่งไปยังกล้ามเนื้อเพื่อแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายนอกและภายในเซลล์ และอาจกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในระบบการ

ทำงานของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อ เช่น กรดแลคติกออกไปได้ (Ihsan, Watson and Abbiss, 2016)

จากการศึกษาที่ผ่านจะสังเกตได้ว่าการแช่น้ำเย็นเพื่อฟื้นฟูความเมื่อยล้ามีหลายรูปแบบและวิธีการ เช่น Vieira และคณะ (Vieira et al.,2016) แช่น้ำเย็น 20 นาที ในอุณหภูมิ 5 และ 15 องศาเซลเซียส อินแกรม ดาวน์สัน, กู๊ดแมน, วอลแมน และ เบลบี (Ingram, Dawson, Goodman, Wallman, and Beilby, 2009) แช่น้ำเย็นไม่ต่อเนื่อง 5 นาที สลับพัก 2.5 นาที ทั้งหมด 2 รอบ ในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซานเชส-ยูเรนา และคณะ (Sanchez-Urena et al., 2017) ใช้แช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่อง 12 นาที อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และแช่น้ำเย็นไม่ต่อเนื่อง 12 นาที (แช่น้ำเย็น 2 นาที พัก 1 นาที ทั้งหมด 4 รอบ) อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จากงานวิจัยข้างต้นอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่น้ำเย็นจะอยู่ระหว่าง 9 – 15 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้อยู่ระหว่าง 10 – 20 นาที สามารถแบ่งวิธีการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นได้ 2 ประเภท คือ การแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่อง และการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถช่วยฟื้นฟูความเมื่อยล้าได้ แต่ที่ผ่านมายังไม่มีสัดส่วนยอดนิยมของรูปแบบในการแช่น้ำเย็นที่ชัดเจนและยังไม่มีการศึกษาผลความแตกต่างระหว่างผลความแตกต่างของการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นสลับพักมากนัก

สำหรับกีฬาเทนนิสการศึกษาส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นวิเคราะห์เกมการแข่งขัน กลวิธีในการเล่น การฝึกสมรรถภาพกล้ามเนื้อ และการวิเคราะห์ทางด้านชีวกลศาสตร์เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวในกีฬา เทนนิส เช่น ทักษะการตีบอลและการเสิร์ฟ เป็นต้น สำหรับการศึกษาในเรื่องของการฟื้นฟูความเมื่อยล้ากับกีฬาเทนนิสนั้นงานวิจัยที่ผ่านมายังมีการศึกษาไม่มากการศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นทำการทดสอบหรือดูผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ที่ผ่านมายังไม่มีรูปแบบในการแช่น้ำเย็นที่ชัดเจนและยังไม่มีการศึกษาความแตกต่างระหว่างผลของการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นสลับพักมากนักโดยเฉพาะการฟื้นฟูความเมื่อยล้าในนักกีฬาเทนนิส ด้วยเหตุผลและข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลของแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นสลับพัก เพื่อฟื้นฟูให้แก่นักกีฬาเทนนิสและ ช่วยเตรียมความพร้อมแก่นักกีฬาก่อนทำการแข่งขันในรอบถัดไปให้มีประสิทธิภาพดีที่สุดอยู่ในระดับสูงก่อนเกมการแข่งขันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังทำการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัย

สมมติฐานของการวิจัย

การแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักสามารถช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเมื่อวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2561

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาเทนนิสเพศชาย มหาวิทยาลัยศิลปากร ช่วงอายุตั้งแต่ 18 – 22 ปี ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยต้องผ่านเกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.8 และขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.6 กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Cohen,1998) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 14 คนโดยแต่ละคนต้องทำการทดลองทั้ง 3 เงื่อนไข ด้วยวิธีหมุนเวียนสมดุล คือ นั่งพักปกติ นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง แช่น้ำเย็นแบบสลับนั่ง กลุ่มตัวอย่างชุดเดียวกัน ปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ และการทดลองแต่ละครั้งเว้นระยะห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาเทนนิสชายของมหาวิทยาลัยศิลปากรอายุระหว่าง 18-22 ปี

2. มีการฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศอย่างน้อย 4 วันต่อสัปดาห์ โดยมีการตรวจสอบการเข้าฝึกซ้อมทุกครั้ง

3. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมวิจัยและยินดีลงนามในคำยินยอมเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น มีอาการเจ็บป่วย อุบัติเหตุ เป็นต้น

2. มีปัญหาเกี่ยวกับโรคของหลอดเลือด , หัวใจ,เส้นประสาทสัมผัสเสีย,โรคมะเร็ง

3.ไม่ใช่ในคนที่แพ้ความเย็น

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนการทดลอง

1.1 ศึกษาทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการแช่น้ำเย็นและสมรรถภาพกล้ามเนื้อ รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.2 ออกแบบโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยการแช่น้ำเย็นและโปรแกรมการทดสอบสมรรถภาพกล้ามเนื้อ และเสนอพิจารณาตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (IOC) ได้เท่ากับ 0.95

1.3 ประชาสัมพันธ์โครงการวิจัยและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย โดยเป็นไปตามเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมงานวิจัย

1.4 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 14 คน ได้รับคัดเลือกเข้าการทดลองด้วยวิธีสุ่มแบบง่ายและดำเนินการทดลองตามรูปแบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล (Counter balanced design) ซึ่งการทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ นั่งพักปกติ นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง และนั่งแช่น้ำเย็นสลับพัก

2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

2.1 ก่อนเริ่มต้นการทดลองในแต่ละครั้งกลุ่มตัวอย่างต้องทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยการยืดเหยียดแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) และ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบลักษณะหดค้าง (Static Stretching) เป็นเวลา 10 นาที

2.2 กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบกระโดดสูง (Vertical Jump) บันทึกพลังของการกระโดดในแนวดิ่งด้วยเครื่อง FT 700 Power System และ ทดสอบความแคล่วคล่องว่องไว

(Spider Agility Test) บันทึกเวลาด้วยเครื่อง Speed Light ยี่ห้อ Swift Performance ทำทั้งหมด 3 รอบ คือ ก่อนทำให้เกิดความเมื่อยล้า, หลังทำให้เกิดความเมื่อยล้า, หลังการฟื้นฟู โดยทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความเมื่อยล้าโดยการใช้แบบทดสอบ Wingate Test 30 วินาที จำนวน 3 รอบ พักระหว่างรอบ 2 นาที

2.3 หลังจากทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความเมื่อยล้า ให้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ นั่งพัก ปกติ (กลุ่มควบคุม) เป็นเวลา 12 นาที นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง (น้ำเย็นอุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 นาที และ นั่งแช่น้ำเย็นสลับพัก (น้ำเย็นอุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 นาที สลับนั่งพัก 1 นาที ทำทั้งหมด 4 รอบ

2.4 กลุ่มตัวอย่างทุกคน ได้รับการทดลองทั้ง 3 การทดลองตามแบบแผนวิจัย โดยระยะเวลาในการทดลองจะห่างกัน 1 สัปดาห์ เพื่อป้องกันความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ โดยทำการทดลองในวันเสาร์ ช่วงเวลา 10.00-17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 นำผลการทดสอบกระโดดสูง (Vertical Jump) บันทึกพลังของการกระโดดในแนวดิ่งด้วยเครื่อง FT 700 Power System และทดสอบความแคล่วคล่องว่องไว (Spider Agility Test) บันทึกเวลาด้วยเครื่อง Speed Light ยี่ห้อ Swift Performance โดยนำค่าที่ดีที่สุดมาใช้ในการวิเคราะห์ผลข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของตัวแปรต่างๆ

2 เปรียบเทียบความแตกต่างของพลังในการกระโดดสูงสุด และความแคล่วคล่องว่องไวภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยใช้การทดสอบเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One- way ANOVA with repeated measure) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni

4. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยของอายุ 20.4 ± 0.56 ปี น้ำหนัก 71.3 ± 10.10 กิโลกรัม และส่วนสูง 177.8 ± 4.98 เซนติเมตร ตามลำดับ

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบพลังของการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical Jump) ของกลุ่มนั่งพักปกติ นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง และนั่งแช่น้ำเย็นสลับพัก ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า พลังของการกระโดดในแนวดิ่งของทุกกลุ่ม มีค่าลดลงภายหลังเกิดความเมื่อยล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อย่างไรก็ตามพลังของการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical Jump) ภายหลังการฟื้นฟู ของกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นสลับนั่งพัก มีค่ามากกว่ากลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของพลังของการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical Jump)

การทดสอบ	พลังของการกระโดดในแนวดิ่ง (วัตต์)		
	ก่อนทำให้ล้า	หลังทำให้ล้า	หลังการฟื้นฟู
นั่งพักปกติ (กลุ่มควบคุม)	4,043.56±651.25	3,689.16± 578.21[a]	3,778.70± 787.93[a]
นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง	4,081.53±634.11	3,705.99± 591.67[a]	3,642.59±594.41[a]
นั่งแช่น้ำเย็นสลับนั่งพัก	4,074.11±674.47	3,775.09±663.87[a]	3,864.53± 660.04[ab]

[a]P < .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนทำให้ล้าภายในกลุ่ม

[b]P < .05 เมื่อเปรียบเทียบกับหลังฟื้นฟูของกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของความแคล่วคล่องว่องไว

การทดสอบ	ความแคล่วคล่องว่องไว (วินาที)		
	ก่อนทำให้ล้า	หลังทำให้ล้า	หลังการฟื้นฟู
นั่งพักปกติ (กลุ่มควบคุม)	16.13±0.71	17.85± 2.09 [a]	16.95± 1.07 [a]
นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง	16.00±0.19	19.32± 0.79 [a]	17.78±0.27 [a]
นั่งแช่น้ำเย็นสลับนั่งพัก	16.21±0.93	18.51±3.03[a]	16.67± 0.72 [b]

[a]P < .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนทำให้ล้าภายในกลุ่ม

[b]P < .05 เมื่อเปรียบเทียบกับหลังฟื้นฟูของกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแคล่วคล่องว่องไวด้วยการทดสอบ Spider Agility Test ของกลุ่มนั่งพักปกติ นั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่องและนั่งแช่น้ำเย็นสลับพัก ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า

ความแคล่วคล่องว่องไวของทุกกลุ่ม มีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังเกิดความเมื่อยล้าและการฟื้นฟูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

อย่างไรก็ตาม ความแคล่วคล่องว่องไวภายหลังการฟื้นฟูของกลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นสลับนั่งพัก มีค่าน้อยกว่ากลุ่มนั่งแช่น้ำเย็นต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการแช่น้ำแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำแบบสลับนั่งพักภายหลังการออกกำลังกายที่มีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสชายระดับมหาวิทยาลัยโดยพบว่า พลังของการกระโดดในแนวดิ่ง ภายหลังการฟื้นฟูทั้ง 3 รูปแบบ คือ นั่งพักปกติ การแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก มีค่าน้อยกว่าก่อนการทดสอบที่ทำให้ล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นว่า การฟื้นฟูทั้ง 3 รูปแบบไม่สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพด้านพลังของการกระโดดในแนวดิ่งให้กลับไปสู่ก่อนการทดสอบที่ทำให้เกิดการล้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบียวลิโอ และ โบเวีย (Braulio-Gonzalo and Bovea., 2017) ที่กล่าวว่า การฟื้นสภาพด้วยการนั่งพักปกติ การนั่งแช่น้ำต่อเนื่อง และการนั่งแช่น้ำสลับพักไม่สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพพลังของการกระโดดในแนวดิ่งภายหลังจากการฟื้นฟูทันที โดยพบว่าการฟื้นสภาพกล้ามเนื้อให้พร้อมที่จะทำงานนั้นต้องใช้เวลาการพักนาน 24 – 48 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบพลังของการกระโดดในแนวดิ่งภายหลังการฟื้นฟูทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า การนั่งพักปกติและแช่น้ำเย็นสลับพักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่พลังของการกระโดดในแนวดิ่งภายหลังการฟื้นฟูการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการนั่งพักปกติและการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพัก สอดคล้องกับงานวิจัยของแพททริก และคณะ (Patrick et al., 2010) พบว่า การแช่น้ำเย็นต่อเนื่องทำให้ความสามารถในการกระโดดสูงลดลงเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ และการนั่งพักปกติและแช่น้ำเย็นสลับพักถึงแม้จะฟื้นฟูได้ดีกว่าการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องแต่ก็ไม่สามารถฟื้นสภาพให้เท่ากับก่อนการทดสอบที่ทำให้ล้าได้ (Juliff et al., 2014)

นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบความแคล่วคล่องว่องไวของการฟื้นฟูทั้ง 3 แบบ พบว่าก่อนเข้ารับการทดสอบ เวลาที่ใช้ในการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวมีค่าน้อยกว่าภายหลังการทดสอบที่ทำให้เกิดการล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบที่ทำให้เกิดการล้าด้วยการปั่นจักรยานวินเกจ 30 วินาที จำนวน 3 รอบ พักระหว่างรอบ 2 นาที ซึ่งวิธีการนี้มีการใช้กล้ามเนื้อในการปั่นจักรยานที่ความเร็วสูงต่อเนื่อง ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้าเป็นอย่างมาก จึงส่งผลให้ความแคล่วคล่องว่องไวภายหลังการทดสอบที่ทำให้เกิดการล้าลดลง อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบภายหลังการฟื้นฟูก่อนการทำให้เกิดการล้า พบว่า ความแคล่วคล่องว่องไวของการนั่งพักปกติและการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องมีค่ามากกว่าก่อนทำให้ล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการฟื้นฟูแบบการนั่งพักปกติและการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องไม่สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพความแคล่วคล่องว่องไวให้กลับไปเท่ากับก่อนทำให้ล้า

ได้ เนื่องจากการนั่งพักปกติ จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวด้วยการพัก ภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลกติกที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง (Foss and Keteyian., 1998) และการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องๆ นาน ทำให้ความสามารถในการหดตัวและออกแรงของกล้ามเนื้อลดลง เนื่องจากการแช่น้ำเย็นจะเป็นการเพิ่มระดับการกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติ ช่วยเพิ่มปริมาตรเลือดส่วนกลาง ซึ่งเป็นผลในปริมาตรเลือดหัวใจที่บีบต่อครั้งและผลจากการส่งเลือดออกจากหัวใจลดลง ทำให้เกิดการกระตุ้นกลไกที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ มีผลให้ยับยั้งกิจกรรมของประสาทอัตโนมัติ และผลจากการกระตุ้นไหลเวียนโลหิตและหัวใจอัตโนมัติที่เพิ่มขึ้น จึงนำไปสู่ภาวะหัวใจเต้นช้าลง ยิ่งไปกว่านั้นอุณหภูมิที่ลดลงในกล้ามเนื้อหลังจากใช้ การแช่น้ำเย็น เป็นอันตรายต่อการออกกำลังกายแบบเร็วเต็มที่ (Ascensão et al., 2010) ส่งผลต่อความแคล่วคล่องว่องไว สอดคล้องกับงานวิจัยของ แพทเทอสัน และคณะ (Patterson et al., 2008) ที่พบว่า เมื่อทำการทดสอบความแคล่วคล่องว่องไวภายหลังการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องทันทีจะใช้เวลามากกว่าก่อนทำการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นต่อเนื่อง

นอกจากนี้ การทดสอบในกลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูแบบการแช่น้ำเย็นสลับนั่งพัก ความแคล่วคล่องว่องไวไม่มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนทำให้เกิดความเมื่อยล้า หลังทำให้เกิดความเมื่อยล้าและภายหลังการฟื้นฟูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นว่า วิธีการฟื้นฟูด้วยการแช่น้ำเย็นสลับนั่งพักสามารถฟื้นฟูสมรรถภาพความแคล่วคล่องว่องไวได้ เมื่อเปรียบเทียบความแคล่วคล่องว่องไวภายหลังการฟื้นฟูทั้ง 3 รูปแบบ เนื่องจาก การแช่น้ำเย็นต่อเนื่องใช้เวลารวมในการทดสอบมากที่สุด ทำให้การเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนเลือดที่มีผลมาจากการแช่น้ำเย็นต่อเนื่องเป็นเวลานานหลังจากออกกำลังกายที่แผ่ไปทั่วนั้นลดลงหรือระดับเลือดที่ผ่านกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายก็ลดลงหลังการใช้วิธีการแช่น้ำเย็น ดังนั้นจึงเป็นการสนับสนุนที่ว่า การแช่น้ำเย็น อาจจะปรับระดับความตึงเครียดของหลอดเลือดหัวใจลดลงโดยการจัดระบบไหลเวียนใหม่จากส่วนย่อยสู่แกนหลัก จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Garcia และคณะ (Garcia et al., 2015) พบว่า การแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่องทำให้สมรรถภาพความแคล่วคล่องว่องไวลดลงเมื่อเทียบกับความแคล่วคล่องว่องไวก่อนเริ่มการทดลอง

สรุปผลการวิจัย

การแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักสามารถช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพความแคล่วคล่องว่องไวและพลังของกล้ามเนื้อ ได้ดีกว่าการนั่งพักปกติและการแช่น้ำเย็นแบบต่อเนื่อง ดังนั้นการแช่น้ำเย็นแบบสลับนั่งพักเป็นแนวทางเลือกวิธีหนึ่งที่ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทนนิสที่มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำเย็นกับการฟื้นตัววิธีอื่นๆ เช่น การนวด การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นต้น

2.ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่น้ำเย็นเพื่อหาอุณหภูมิที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะ และทุนอุดหนุนในการทำวิจัย จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นประโยชน์ ต่อการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ascensão, A., Leite, M., Rebelo, A. N., Magalhäes, S., & Magalhäes, J. (2011). Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of Sports Sciences*, 29(3), 217-225.

Braulio-Gonzalo, M., & Bovea, M. D. (2017). Environmental and cost performance of building's envelope insulation materials to reduce energy demand: Thickness optimisation. *Energy and Buildings*, 150, 527-545.

Chandler, T. J. (1995). Exercise training for tennis. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 33-46.

Dawson, B., Elliott, B., & Pyke, F. (1985). The energetics of singles tennis. *Journal of Human Movement Studies*, 11(1), 11-20.

Foss, M. L., Keteyian, S. J., & Fox, E. L. (1998). *Fox's physiological basis for exercise and sport* (pp. pp-270). Boston: WCB/McGraw-Hill.

Garcia, C. A., da Mota, G. R., & Marocolo, M. (2016). Cold water immersion is acutely detrimental but increases performance post-12 h in rugby players. *International Journal of Sports Medicine*, *37*(08), 619-624.

Ihsan, M., Watson, G., & Abbiss, C. R. (2016). What are the physiological mechanisms for post-exercise cold water immersion in the recovery from prolonged endurance and intermittent exercise? *Sports Medicine*, 46(8), 1095-1109.

Ingram, J., Dawson, B., Goodman, C., Wallman, K., & Beilby, J. (2009). Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 417-421.

Juliff, L. E., Halson, S. L., Bonetti, D. L., Versey, N. G., Driller, M. W., & Peiffer, J. J. (2014). Influence of contrast shower and water immersion on recovery in elite netballers. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 28(8), 2353-2358.

Knicker, A. J., Renshaw, I., Oldham, A. R., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Medicine*, 41(4), 307-328.

Patterson, S. M., Udermann, B. E., Doberstein, S. T., & Reineke, D. M. (2008). The effects of cold whirlpool on power, speed, agility, and range of motion. *Journal of Sports Science & Medicine*, 7(3), 387.

Sánchez–Ureña, B., Martínez–Guardado, I., Crespo, C., Timón, R., Calleja-González, J., Ibañez, S. J., & Olcina, G. (2017). The use of continuous vs. intermittent cold water immersion as a recovery method in basketball players after training: a randomized controlled trial. *The Physician and Sports medicine*, 45(2), 134-139.

Vieira, A., Siqueira, A. F., Ferreira-Júnior, J. B., Do Carmo, J., Durigan, J. L., Blazevich, A., & Bottaro, M. (2016). The effect of water temperature during cold-water immersion on recovery from exercise-induced muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 37(12), 937-943.

ผลของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในนักกีฬาฟุตซอลระดับเยาวชน

สำราญ ศรีสังข์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสขภาพมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง
Received: 12 November 2564 / Revised: 17 December 2564 / Accepted: 25 March 2565

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางสรีรวิทยาในนักกีฬาฟุตซอลเยาวชน

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตซอลชาย อายุระหว่าง 13-16 ปี จากโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง จำนวน 36 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 12 คน กลุ่มทดลอง ที่ 1 ฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ และกลุ่มควบคุมฝึกโปรแกรมปกติ ทำการฝึก 3 วัน/สัปดาห์ ใช้ระยะเวลาในการฝึกครั้งละ 45-65 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกและแอโรบิกและองค์ประกอบของร่างกายก่อนและหลังการฝึก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่มด้วยวิธี Least square difference (LSD) และการทดสอบค่าที ตามลำดับ

ผลการวิจัย กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีพลังแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมวลกล้ามเนื้อดีขึ้นกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย การฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติ และการฝึกแบบด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจในนักกีฬาฟุตซอลระดับเยาวชน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถพัฒนาพลังแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมวลกล้ามเนื้อได้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : เกมสนามเล็ก/ การตอบสนองทางสรีรวิทยา/ นักกีฬาฟุตซอล

Corresponding Author : อาจารย์ ดร.สำราญ ศรีสังข์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง E-mail: lotte1902@yahoo.co.th

THE EFFECTS OF SMALL-SIDED GAMES ON PHYSIOLOGICAL CHANGES IN YOUTH FUTSAL PLAYERS

Samran Srisung

Faculty of Sport and Health Science, Thailand National Sports University, Angthong Campus, Angthong

Received: 12 November 2564 / Revised: 17 December 2564 / Accepted: 25 March 2565

Abstracts

Purpose The purpose of this study was to examine the effect of small-side games using regulated heart rate on changes in physiological variables in youth futsal players.

Methods A total of 36 futsal players, aged between 13-16 years, were recruited from the Angthong Sports School. The participants were randomized divided into 3 groups of 12 athletes. The first experimental group performed a normal small-side game, while the second experimental group underwent a small-side game with heart rate monitor. The control group received normal training program only. All participants trained for 8 weeks, 3 days per week and 45-65 minutes per day. Physiological variables included anaerobic performance, aerobic performance and body composition were measured before and after 8 weeks of training. Data were analyzed using One-way ANOVA followed by least square difference (LSD) and paired t-test for differences in all dependent variables between groups and within group, respectively.

Results Following an 8-week training, anaerobic power, anaerobic capacity, maximum oxygen uptake and muscle mass were significantly improved in both experimental groups compared to prior training ($p<.05$). However, between-group no significant differences were observed in any variables examined ($p>.05$).

Conclusion The present findings demonstrated that a small-side game practice with and without heart rate regulation over a 8-week period resulted in similar improvements in anaerobic power, anaerobic capacity, maximum oxygen uptake, and muscle mass in youth futsal players.

Keywords: Small-Side Games/ Physiological Changes/ Futsal Players

Corresponding Author : Samran Srisung, Ph.D., Faculty of Sport and Health Science, Thailand National Sports University, Angthong Campus, Angthong, Thailand, E-mail: lotte1902@yahoo.co.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟุตซอล (Futsal) เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยปัจจุบันมีการจัดการแข่งขันหลายระดับจนถึงระดับโลก จากการศึกษาวิเคราะห์เกมการแข่งขัน พบว่า กีฬาฟุตซอลมีเกมการเล่นที่มีเอกลักษณ์และมีลักษณะเฉพาะ คือ เป็นเกมกีฬาที่ใช้ความหนักระดับสูงและไม่ต่อเนื่อง ซึ่งนักกีฬาจะต้องเล่นทั้งเกมรุกและเกมรับที่รวดเร็วในช่วงสั้น ๆ มีการหมุนเวียนและสลับตำแหน่งทดแทนกันอยู่ตลอดเวลา พร้อมทั้งมีการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Castagna, D'Ottavio, Granda-Vera และ Barbero-Alvarez (2009) ที่ได้ศึกษาความต้องการทางสรีรวิทยาและกิจกรรมที่ใช้ในขณะแข่งขันของนักกีฬาฟุตซอล ผลการศึกษาพบว่า ความหนักของงานที่ใช้ในขณะแข่งขันอยู่ที่ร้อยละ 76 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) หรือ 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HRmax) และมีความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดอยู่ที่ 5.3 มิลลิโมลต่อลิตร ระยะทางทั้งหมดที่นักกีฬาเคลื่อนที่ในกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดทั้งเกมอยู่ที่ 4,840 เมตร ประกอบด้วย การยืนอยู่กับที่ (1%), การเดิน (21%), การวิ่งด้วยความเร็วต่ำ (30%), การวิ่งด้วยความเร็วปานกลาง (31%), การวิ่งด้วยความเร็วสูง (5%) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (2%)ี่ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการ (Makaje et al, 2012 Barbero-Alvarez et al, 2015) ดังนั้น นักกีฬาฟุตซอลจะต้องมีองค์ประกอบของความสามารถทางกลไกการเคลื่อนไหวด้านความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่ว (Agility) และความอดทน (Endurance) โดยเฉพาะความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic endurance) และความอดทนแบบใช้ออกซิเจน(Aerobic endurance) อยู่ในระดับสูง ด้วยเหตุนี้ ผู้ฝึกสอนจึงต้องออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับความต้องการทางสรีรวิทยาและกิจกรรมที่ใช้ในขณะแข่งขัน เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาความสามารถทางกลไกการเคลื่อนไหวของนักกีฬาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักกีฬาประสบความสำเร็จและได้รับชัยชนะจากการแข่งขัน

การฝึกด้วยเกมสนามมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านแอนแอโรบิก และแอโรบิกให้เพิ่มสูงขึ้น (Boutcher, 2011) วิธีการฝึกประกอบด้วย การฝึกที่เป็นชุดสลับกับช่วงของการพัก โดยช่วงของการพักนั้นมักจะมีการออกกำลังกายแบบเบา ๆ เพื่อให้ร่างกายได้มีโอกาสพัฒนาระบบการสร้างและใช้พลังงานที่เหมาะสมกับชนิดกีฬาได้อย่างเต็มที่ และการฝึกรูปแบบนี้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกทักษะพื้นฐาน เทคนิค และกลยุทธ์การเล่นในกีฬาหลายชนิด เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล และรักบี้ฟุตบอล เป็นต้น โดยวิธีการฝึกมีการผสมผสานระหว่างทักษะกีฬาร่วมกับทักษะการเคลื่อนไหวในความเข้มข้นแบบหนักสลับเบาเข้าด้วยกัน มีการเคลื่อนที่เหมือนกับเกมการแข่งขันจริง โดยมีการลดจำนวนผู้เล่นลง และย่อขนาดสนามฝึกให้เล็กลง ขณะเดียวกันสามารถฝึกทักษะพื้นฐาน เทคนิค และกลยุทธ์การเล่นเกมรับและเกมรุกในรูปแบบต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน โดยจุดเด่นของการฝึกเกมสนามเล็ก คือ เป็นการฝึกเกมรุกสลับกับเกมรับ (Intermittent training) โดยจะทำการฝึกที่เป็นชุดสลับกับช่วงของการพัก การฝึกรูปแบบดังกล่าวจะทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของนักกีฬาฟุตซอล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Chootsungnoen, Makaje และ Rungthai (2014) ที่ได้ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและทักษะที่ใช้ขณะฝึกเกมสนามเล็ก 3 ต่อ 3 ด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันในนักกีฬาฟุตซอล ผลการศึกษาพบว่า การฝึกเกมสนามเล็กสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายและเทคนิคของนักกีฬาฟุตซอลให้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยของ Berdejo-del-Fresno, Moore และ Laupheimer (2015) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการฝึกเกมสนามเล็กในนักกีฬาฟุตซอลเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่านักกีฬาฟุตซอลมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกันกับการศึกษาวิจัยของ Hammami, Gabbett, Slimani and and Bouhlel (2017) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกเกมสนามเล็กที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะเฉพาะของนักกีฬาประเภททีมโดยวิธีสังเคราะห์การวิจัย (Meta analysis) จากข้อมูลการวิจัยระหว่าง ปี ค.ศ. 2000-2016 ผลการศึกษาพบว่า การฝึกเกมสนามเล็กมีประโยชน์และทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว และความสามารถในการวิ่งเร็วแบบซ้ำ ๆ ของนักกีฬาเพิ่มขึ้น และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาวิจัยของ Rabbani, Clemente, Kargarfard และ Jahangiri (2019) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบผสมผสานระหว่างการฝึกเกมสนามเล็กและการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่ความเข้มข้นสูงในนักกีฬาฟุตบอล ผลการศึกษาพบว่า การฝึกทั้งสองรูปแบบสามารถพัฒนาเพิ่มความสามารถของนักกีฬาฟุตบอลที่ใช้ความหนักระดับสูงและไม่ต่อเนื่องได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำเอานวัตกรรม (Innovation) ต่าง ๆ ที่อาศัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เทคโนโลยี Global positioning system (GPS) ซึ่งเป็นระบบหาพิกัดจากพื้นโลกที่อ้างอิงจากดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่ของนักกีฬา (Rave et al, 2020) และการวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬา โดยใช้เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Heart rate monitor) เพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของอัตราของหัวใจตามความหนักของงานที่เกิดขึ้นในขณะฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬา ซึ่งเทคโนโลยีทางการกีฬาเหล่านี้นอกจากจะถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาให้ดียิ่งขึ้นแล้วยังอาจช่วยป้องกันการบาดเจ็บหรือการฝึกซ้อมเกินได้ และอาจส่งผลต่อความสำเร็จของนักกีฬาในปัจจุบัน

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า เกมสนามเล็กสามารถนำพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ในรูปแบบการฝึกทักษะกีฬาและทักษะการเคลื่อนไหวเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งนักกีฬาจะมีการเคลื่อนที่เหมือนกับเกมการแข่งขันจริง ขณะเดียวกันสามารถฝึกทักษะพื้นฐาน เทคนิค และกลยุทธ์การเล่นเกมรับและเกมรุกในรูปแบบต่าง ๆ ได้ในเวลา นอกจากนี้การนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเพื่อควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจให้เป็นไปตามโปรแกรมของการฝึกที่กำหนดไว้ในขณะฝึกซ้อมน่าจะช่วยในการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาให้เพิ่มสูงยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติ

และเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สายว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางสรีรวิทยาในนักกีฬาฟุตซอลเยาวชน

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกด้วยเกมสนามเล็กทั้งแบบที่มีและไม่มีการควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชน แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในกีฬาฟุตซอล เพศชาย ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และอาสาสมัครเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ด้วยความสมัครใจ จำนวน 36 คน โดยการกำหนดขนาดตัวอย่างจากการเปิดตารางของ โคเฮน (Cohen, 1988) ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) เท่ากับ 0.95 ค่าประมาณขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 0.70 และค่าระดับความมีนัยสำคัญเท่ากับ่ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง 36 คน นำค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึกมาจัดลำดับ 1-36 จากนั้นจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มตามที่ผู้วิจัยกำหนดด้วยวิธีเรียงลำดับแบบจัดเข้ากลุ่ม ๆ ละ 12 คน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเกมสนามเล็ก กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ และกลุ่มควบคุม ฝึกโปรแกรมปกติ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง อายุระหว่าง 13-16 ปี

2. มีความสมัครใจเข้าร่วมการทดสอบและร่วมการทดลอง โดยลงลายมือชื่อยินยอมเข้าร่วมทดสอบและการทดลองด้วยความเต็มใจ

3. สามารถเข้ารับการทดสอบก่อนการทดลองได้ครบทุกรายการที่กำหนด

4.ไม่มีประวัติได้รับการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ ก่อนการทดสอบและร่วมการทดลองอย่างน้อย 6 เดือน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสิทธิ์ขอถอนตัวออกจากการวิจัยได้ตลอดเวลา

2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการทดสอบ และการทดลองได้ เช่น บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจากการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือเป็นไข้หวัดใหญ่ เป็นต้น

3. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถทำการฝึกซ้อมได้ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ หรือไม่สามารถเข้ารับการทดสอบตัวแปรที่ศึกษาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ได้ครบทุกรายการที่กำหนด

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นก่อนการทดลอง

1. งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ เลขที่โครงการวิจัย TNSU 170/2563 รับรองเมื่อ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2563

2. ศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ โปรแกรมการฝึกด้วยเกมสนามเล็ก และโปรแกรมการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ

3. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์สถานที่ในการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง และผู้ช่วยวิจัย ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง เพื่อขอความอนุเคราะห์ผู้ช่วยวิจัยจากมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง

4. ทำหนังสือยินยอมการเข้าร่วมวิจัยของกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบตัวแปรทางสรีรวิทยาก่อนการทดลอง คือ พลังแอนแอโรบิกสูงสุด และพลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ด้วยวิธี Running-based anaerobic sprint test (RAST test) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ ยี่ห้อ Omron ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธี Multistage fitness test (Beep test) ดัชนีมวลกาย มวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ และปริมาณน้ำในร่างกาย ด้วยวิธีการ Bioelectrical impedance analysis (BIA) ยี่ห้อ Tanita ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา และสนามฟุตซอล มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการทดลอง

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติ เริ่มด้วยการอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งเหยาะ ๆ 5-6 นาที ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5-6 นาที แบ่งผู้เล่นเป็น 2 ฝ่าย ๆ ละ 3 คน เล่นบอลเร็วต่อเนื่อง 4 นาที ในพื้นที่สนาม 20 x 20 เมตร พักด้วยการเดิน 3 นาที หลังการฝึกคลายอุ่นด้วยการวิ่งเหยาะ ๆ 5-6 นาที โดยสัปดาห์ที่ 1-2 ฝึกวันละ 4 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 45 นาที สัปดาห์ที่ 3-4 ฝึกวันละ 5 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 50 นาที สัปดาห์ที่ 5-6 ฝึกวันละ 6 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 60 นาที และสัปดาห์ที่ 7-8 ฝึกวันละ 7 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 65 นาที

2. กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ เริ่มด้วยการอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งเหยาะ ๆ 5-6 นาทีที่ความหนักร้อยละ 55-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5-6 นาที แบ่งผู้เล่นเป็น 2 ฝ่าย ๆ ละ 3 คน เล่นบอลเร็วต่อเนื่อง 4 นาที ในพื้นที่สนาม 20 x 20 เมตร พักด้วยการเดิน 3 นาที หลังการฝึกคลายอุ่นด้วยการวิ่งเหยาะ ๆ 5-6 นาที ที่ความหนักร้อยละ 55-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยสัปดาห์ที่ 1-2 ฝึกที่ความหนักร้อยละ 75-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และพักที่ความหนักไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ฝึกวันละ 4 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 45 นาที สัปดาห์ที่ 3-4 ฝึกที่ความหนักร้อยละ 75-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และพักที่ความหนักไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ฝึกวันละ 5 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 50 นาที สัปดาห์ที่ 5-6 ฝึกที่ความหนักร้อยละ 80-85

ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และพักที่ความหนักไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ฝึกวันละ 6 เซท รวมเวลาฝึกทั้งหมด 60 นาที สัปดาห์ที่ 7-8 ฝึกที่ความหนักร้อยละ 80-85 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และพักที่ความหนักไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ฝึกวันละ 7 เซท รวมเวลาทั้งหมดฝึก 65 นาที

3. กลุ่มควบคุม ฝึกด้วยโปรแกรมปกติตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ เริ่มจากการอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งเหยาะ ๆ 5-6 นาที ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5-6 นาที จับคู่ส่งลูกบอล 10 นาที ฝึกยิงประตู 5 นาที ลงทีม 3 เซท ๆ ละ 10 นาที หลังการฝึกคลายอุ่นด้วยการวิ่งเหยาะๆ 5-6 นาที รวมเวลาทั้งหมด 60 นาที

4. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ทำการฝึกในเวลาเดียวกัน ณ สนามฟุตซอล โรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทอง โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยควบคุมการฝึก

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นหลังการทดลอง

ทดสอบตัวแปรทางสรีรวิทยาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ในรายการทดสอบเดียวกับก่อนการทดลอง ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ โปรแกรมการฝึกด้วยเกมสนามเล็ก และโปรแกรมการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.96

2. เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Heart rate monitor) ยี่ห้อ Polar รุ่น Polar Team Pro ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

3. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio รุ่น HS-30W ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

4. เครื่องมือวัดองค์ประกอบของร่างกาย ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการ Bioelectrical impedance analysis (BIA) ยี่ห้อ Tanita รุ่น DC-360 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

5. เครื่องมือวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ ยี่ห้อ Omron รุ่น HEM-7130 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

6. เครื่องมือวัดพลังแอนแอโรบิกสูงสุดและพลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธี Running-based anaerobic sprint test (RAST test) (Draper and Whyte, 1997)

7. เครื่องมือวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธี Multistage fitness test (Beep test) (Leger, Mercier, Gadoury, and Lambert, 1988)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรทางสรีรวิทยาระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม โดยทดสอบด้วยค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent samples t-test) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. เปรียบเทียบความแตกต่างตัวแปรทางสรีรวิทยาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way analysis of variance) และทดสอบเป็นรายคู่โดยวิธี Least square difference (LSD) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

1. หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พลังแอนแอโรบิกสูงสุด และพลังแอนแอโรบิกเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 1)

2. หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 2)

3. หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มวลกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 3)

4. หลังการฝึกสัปดาห์ ที่ 8 ไม่พบความแตกต่างของตัวแปรทางสรีรวิทยาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังแอนแอโรบิกสูงสุด และพลังแอนแอโรบิกเฉลี่ยก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตัวแปรทางสรีรวิทยา	ก่อนการฝึก Mean ± SD	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 Mean ± SD	t	p-value
พลังแอนแอโรบิกสูงสุด (วัตต์)				
กลุ่มทดลองที่ 1	445.92±159.90	498.75±170.06	-2.385	.036*
กลุ่มทดลองที่ 2	440.75±143.41	488.08±162.38	- 2.313	.041*
กลุ่มควบคุม	427.58±154.28	435.17±151.28	- 1.714	.073
พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย (วัตต์)				
กลุ่มทดลองที่ 1	351.42±169.40	397.58±127.59	- 3.559	.004*
กลุ่มทดลองที่ 2	350.50±101.23	391.75±123.44	- 3.539	.005*
กลุ่มควบคุม	342.83±117.26	390.67±139.98	- 2.062	.064

* $p < 0.05$

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราชีพจรขณะพัก และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตัวแปรทางสรีรวิทยา	ก่อนการฝึก Mean ± SD	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 Mean ± SD	t	p-value
อัตราชีพจรขณะพัก (ครั้ง/นาที)				
กลุ่มทดลองที่ 1	77.00±11.18	72.17±6.22	.541	.599
กลุ่มทดลองที่ 2	73.58±10.41	72.08±8.59	.433	.674
กลุ่มควบคุม	72.33±10.24	71.17±6.95	1.849	.091
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)				
กลุ่มทดลองที่ 1	49.62±5.90	52.84±4.91	-3.563	.004*
กลุ่มทดลองที่ 2	49.59±5.80	53.69±4.53	-5.788	.000*
กลุ่มควบคุม	49.63±6.87	51.09±6.78	-1.467	.170

* $p < 0.05$

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย มวลไขมันรวมในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ และปริมาณน้ำในร่างกาย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตัวแปรทางสรีรวิทยา	ก่อนการฝึก Mean ± SD	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 Mean ± SD	t	p-value
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมเมตร/เมตร^2)				
กลุ่มทดลองที่ 1	19.42±3.67	19.44±3.78	-.109	.915
กลุ่มทดลองที่ 2	17.99±2.17	17.95±2.96	.114	.911
กลุ่มควบคุม	19.43±3.58	19.61±3.41	-1.215	.250
มวลไขมันรวมในร่างกาย (กิโลกรัม)				
กลุ่มทดลองที่ 1	6.10±6.13	5.81±6.12	1.951	.077
กลุ่มทดลองที่ 2	3.41±1.85	3.23±2.09	.998	.340
กลุ่มควบคุม	6.64±6.31	6.55±6.37	1.894	.085
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)				
กลุ่มทดลองที่ 1	46.28±8.52	47.31±8.76	-2.735	.019*
กลุ่มทดลองที่ 2	45.57±7.42	46.80±7.47	-5.505	.000*
กลุ่มควบคุม	46.20±8.29	47.14±9.16	-1.716	.114
ปริมาณน้ำในร่างกาย (ร้อยละ)				
กลุ่มทดลองที่ 1	65.74±4.96	66.74±5.60	-1.483	.166
กลุ่มทดลองที่ 2	68.00±1.77	68.72±1.28	-1.932	.080
กลุ่มควบคุม	65.53±5.23	65.58±4.88	-.083	.936

* $p < 0.05$

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสรีรวิทยาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ตัวแปรทางสรีรวิทยา	กลุ่มทดลองที่ 1 Mean ± SD	กลุ่มทดลองที่ 2 Mean ± SD	กลุ่มควบคุม Mean ± SD	F	p-value
พลังแอนแอโรบิกสูงสุด (วัตต์)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	498.75±170.06	488.08±162.38	435.83±151.28	.522	.598
พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย (วัตต์)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	397.50±127.59	391.75±123.44	390.67±139.98	.010	.991
อัตราชีพจรขณะพัก (ครั้ง/นาที)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	72.08±8.59	71.17±6.95	72.17±6.22	0.69	.934
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	52.84±4.91	53.69±4.53	51.09±6.78	.697	.505
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมเมตร/เมตร^2)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	19.44±3.78	17.95±2.96	19.61±3.41	.870	.428
มวลไขมันรวมในร่างกาย (กิโลกรัม)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	5.81±6.12	3.23±2.09	6.55±6.37	1.323	.280
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	47.31±8.76	46.80±7.47	47.14±9.16	.011	.989
ปริมาณน้ำในร่างกาย (ร้อยละ)					
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	66.74±5.60	68.72±1.28	65.58±4.88	1.589	.219

$p > 0.05$

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานของการวิจัย ที่ว่าการฝึกด้วยเกมสนามเล็กทั้งแบบควบคุมและไม่ควบคุมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของนักกีฬาฟุตซอลแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าการฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติ และการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้วิธีการควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลทำให้พลังแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ผลการวิจัยนี้สนับสนุนสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาของ Rouengsuksud, Thanaponganan และ Tanoommek (2017) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบสลับช่วงเวลาพักที่มีต่อสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก ความอดทน และความเร็วในนักเรียนชาย พบว่า สมรรถภาพแอนแอโรบิกค่ากำลังสูงสุด หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สูงว่าก่อนการ

ฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการศึกษาวิจัยของ Boraczynski และ Urniaz (2008) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานแบบแอนแอโรบิกของนักกีฬาฟุตบอลในการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน โดยทำการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมที่มุ่งเน้นพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนเป็นหลัก พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานแบบแอนแอโรบิก หลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาวิจัยของ Boonprom และ Komaratut (2009) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาที่มีต่อสมรรถภาพอนากาศนิยมในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล พบว่า กลุ่มทดลองมีพลังแบบแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ยและดัชนีความล้าดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการศึกษาวิจัยของ Luesopha และYimlamai (2019) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยความเร็วอดทนที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอโรบิก และแอนแอโรบิก และความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วซ้ำ ๆ ของนักกีฬาฟุตบอลชาย ระดับมหาวิทยาลัย พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องการศึกษาวิจัยของ Wongdontree (2015) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัว และสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด สมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจน และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่การศึกษาวิจัยของ Berdejo-del-Fresno, Moore และ Laupheimer, (2015) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการฝึกเกมสนามเล็กด้วยในนักกีฬาฟุตซอล พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ ที่ 6 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 และการศึกษาวิจัยของ Hammami, Gabbett, Slimani และ Bouhlel (2017) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกเกมสนามเล็กที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและทักษะเฉพาะของนักกีฬาประเภททีมโดยวิธีการสังเคราะห์งานวิจัย พบว่า การฝึกเกมสนามเล็กมีประโยชน์และทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไวและความสามารถในการวิ่งเร็วแบบซ้ำ ๆ เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การศึกษาวิจัยของ Peepathum and Anek (2019) ที่ได้ศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักสูงเหนือจุดสูงสุดที่มีต่อมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อในนักกีฬาวัยรุ่นชาย พบว่า การฝึกแบบหนักสลับพัก ทำให้มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และช่วยลดมวลไขมันในนักกีฬาวัยรุ่นชาย ซึ่งการที่มีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เกิดจากการที่กล้ามเนื้อขาได้รับแรงกระทำจากภายนอกเมื่อกล้ามเนื้อเกิดการเคลื่อนไหวและได้รับงานที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) เพิ่มขึ้น ทำให้ระบบประสาทสั่งการ (Axon neurons) ทำงานได้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีมวลมากขึ้นและแข็งแรงขึ้น

อย่างไรก็ดีเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างทั้งสามกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของตัวแปรทางสรีรวิทยาของนักกีฬาฟุตซอลใน

ทุกตัวแปร ได้แก่ พลังแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมวลกล้ามเนื้อ ภายหลังการการฝึก 8 สัปดาห์ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Rabbani, Clemente, Kargarfard และ Jahangiri (2019) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบผสมผสานระหว่างการฝึกเกมสนามเล็กและการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่ความเข้มข้นสูงในนักกีฬาฟุตบอล พบว่าการฝึกแบบผสมผสานระหว่างเกมสนามเล็กและการฝึกอินเทอร์วาลที่ความเข้มข้นสูงในนักกีฬาฟุตบอลส่งผลให้นักกีฬาฟุตบอลมีความสามารถเพิ่มขึ้นในกิจกรรมที่ใช้ความหนักระดับสูงและไม่ต่อเนื่องได้เช่นเดียวกันทั้งสองรูปแบบ

สรุปผลการวิจัย

การฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติและการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยมีการควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถพัฒนาและเพิ่มพลังแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมวลกล้ามเนื้อได้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การฝึกด้วยเกมสนามเล็กปกติและการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ สามารถนำวิธีการฝึกนี้ไปประยุกต์ใช้ในการฝึกตามลักษณะการเคลื่อนไหวในกีฬาฟุตซอลระดับเยาวชน เพื่อสร้างเสริม และพัฒนาพลังแอนแอโรบิกสูงสุด พลังแอนแอโรบิกเฉลี่ย ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน และมวลกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผลดีของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กโดยใช้การควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจจะช่วยให้ผู้ฝึกสอนสามารถควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจนักกีฬาได้ตามเป้าหมายของโปรแกรมที่กำหนด ซึ่งช่วยให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และวางแผนในการกำหนดโปรแกรมการฝึกในการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง ที่ได้สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ผู้ช่วยวิจัย และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย โรงเรียนกีฬาจังหวัดอ่างทองที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง และผู้ช่วยวิจัย รวมทั้งขอบคุณนักกีฬาฟุตซอลชาย ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Anek, A., and Peepathum, P., (2019). The effects of supramaximal high-intensity intermittent training on fat mass and lean mass in young male athletes. *Journal of Sports Science and Health,* 20(1), 13-27.

Barbero-Alvarez, J. C., D'ottavio, S., Granda-Vera, J., and Castagna, C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competition level. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2163-2166.

Barbero-Alvarez, J. C., Subiela, J. V., Granda-Vera, J., Castagna, C., Gomaz, M., and Del Coso, J. (2015). Aerobic fitness and performance in elite female futsal players. *Biology of Sport,* 32(4), 339-344.

Berdejo-del-Fresno, D., Moore, R., and Laupheimer,M. W. (2015). VO_2max changes in English futsal players after a 6-week period of specific small-sided games training. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 3(2), 28-34.

Boonprom, T. and Komaratut, C. (2009). Effects of leg muscle power training programs on anaerobic fitness in rugby football player. *Journal of Sports Science and Health,* 10(2), 55-66.

Boraczynski, T., and Urniaz, J. (2008). Changes in aerobic and anaerobic power indices in elite handball players following a 4-week general fitness mesocycle. *Journal of Human Kinetics,* 19(1), 131-140.

Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity,*

Castagna, C., D'Ottavio, S., Grada-Vera, J., and Barbero-Alvarez, J. C. (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport,* 12(4), 490-494.

Chootsungnoen, P., Makaje, N. and Rungthai, R. (2014). Physiological responses and technical skills during 3 vs 3 small-sided games with different protocol in futsal players. *Journal of Sports Science and Technology,* 14(2), 65-73.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Draper, P. N., and Whyte, G. (1997). Anaerobic performance testing. *Peak Performance*, 87, 7-9.

Hammami, A., Gabbett, T. J., Slimani, M., and Bouhlel, E. (2018). Does small-sided games training improve physical-fitness and specific skills for team sports? A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(10), 1446-1455.

Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., and Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences,* 6(2), 93-101.

Luesopha, P. and Yimlamai, T. (2019). Effects of speed endurance training on aerobic and anaerobic capacity in collegiate male football players. *Journal of Sports Science and Health,* 20(3), 15-26.

Makaje, N., Ruangthai, R., Arkarapanthu, A., & Yoopat, P. (2012). Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness ,* 52(4), 366.

Rabbani, A., Clemente, F. M., Kargarfard, M., and Jahangiri, S. (2019). Combined small-sided game and high-intensity interval training in soccer players: The effect of exercise order. *Journal of Human Kinetics*, 69, 249.

Rave, G., Granacher, U., Boullosa, D., Hackney, A. C., and Zouhal, H. (2020). How to use global positioning systems (GPS) data to monitor training load in the “Real World” of elite soccer. *Frontiers in Physiology*, 11, 944.

Rouengsuksud, B., Thanaponganan, N. and Tanoommek, A. (2017). Effect of rest interval training to anaerobic performance endurance and speed in male student. Journal of Educational Administration and Supervisor, *Mahasarakham University*, 8(3), 104-115.

Wongdontree, K. (2015). *Effect of low volume high intensity interval training on body weight and physical fitness of wrestlers.* Master’s Thesis, Major Exercise and Sport Science, Faculty of Sport Science, Burapha University, Thailand.

การวิเคราะห์วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา พ.ศ. 2508 – 2560

ปัณณธร วุฒิปริยาธร[1] ชุติมา สัจจานันท์[1] และพจน์ ไชยเสนา[2]

[1]สาขาวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[1]สาขาวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[2]คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Received: 21 January 2565 / Revised: 21 February 2565 / Accepted:12 May 2565

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์การจัดการวารสารวิชาการและเนื้อหาบทความวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่พิมพ์เผยแพร่ในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย ประชากร คือ วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 6 ชื่อตั้งแต่ปีที่เริ่มพิมพ์เผยแพร่ ของวารสารวิชาการแต่ละชื่อ จนถึง พ.ศ. 2560 รวม 277 ฉบับ และบทความวารสารวิชาการ รวม 2,347 บทความ เครื่องมือการวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูลการจัดการวารสารวิชาการและแบบบันทึกข้อมูลเนื้อหาบทความวารสารวิชาการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าความถี่ และร้อยละ

ผลการวิจัย

ด้านการจัดการวารสารวิชาการ พบว่า วารสารวิชาการส่วนใหญ่เริ่มออกช่วง พ.ศ. 2540 - 2549 กำหนดออก ราย 6 เดือน จัดทำโดยสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา โดยวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาฉบับแรกเริ่มออกใน พ.ศ. 2508 วารสารวิชาการทุกชื่อมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัย นำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยรวม มีการประเมินคุณภาพก่อนพิมพ์เผยแพร่ กำหนดรูปแบบการพิมพ์เผยแพร่บทความและพิมพ์เผยแพร่ทั้งฉบับกระดาษและฉบับออนไลน์ โดยวารสารวิชาการส่วนใหญ่ใช้รูปแบบการอ้างอิงแบบเอพีเอ

ด้านเนื้อหาบทความ พบว่า บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 3 คน วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ผู้เขียนเป็นบุคลากรสายวิชาการ มีตำแหน่งอาจารย์ สังกัดสถาบันอุดมศึกษาที่จัดทำวารสารวิชาการ เป็นบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ ขอบเขตเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา รองลงมาในจำนวนใกล้เคียงกัน คือ การจัดการกีฬา และอ้างอิงบทความจากวารสารวิชาการภาษาอังกฤษ

สรุปผลการวิจัย

วารสารวิชาการส่วนใหญ่ จัดทำโดยสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัย โดยบทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 3 คน ผู้เขียนเป็นบุคลากรสายวิชาการ ตำแหน่งอาจารย์ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก โดยบทความส่วนใหญ่มาจากวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ และมีเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬารองลงมา คือ การจัดการกีฬา

คำสำคัญ: วารสารวิชาการ / วิทยาศาสตร์การกีฬา / การวิเคราะห์การจัดการวารสาร / การวิเคราะห์เนื้อหา

Corresponding Author: ปัณณธร วุฒิปริยาธร สาขาวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี E-mail: 2591000027@stou.ac.th

An Analysis of Thai Sport Science Academic Journals: From 1965 to 2017

Pannatorn Woottipriyatorn[1], Chutima Sacchanand [1] and Pot Chaisena [2]

[1] School of Liberal Arts, Sukhothai Thammathirat Open University

[1] School of Liberal Arts, Sukhothai Thammathirat Open University

[2] Faculty of Liberal Arts, Ubon Ratchathani University

Received: 17 December 2019 / Revised: 16 March 2020 / Accepted: 29 March 2021

Abstract

Purpose To analyze the management andcontent of Thai sport science academic journals.

Methods The population included 6 academic journals carrying 277 issues and 2,347 articles published from their first issues until the end of 2017. Research instruments consisted of an academic journal record sheet and a sports science content record sheet. Descriptive statistics, including frequencies and percentages, were used to analyze data.

Results

Most Thai sport science academic journals were published semi-annually during 1997-2006 by sport science higher education institutes. The first sport science academic journal was published in 1965. The main objective was to disseminate knowledge. and contents in the field of sports science. All academic journals were peer-reviewed, had an article writing template, employed the APA reference format and were available in print and online. The highest number of articles were written by three authors who were instructors with doctoral degrees and affiliated with higher education institutes which published the journals. Most of original research-based articles were derived from the authors' theses/dissertations mostly in the field of exercise and sports physiology, followed by sport management.

Conclusion Most academic journals were issued by sport science higher education institutes, with the main objective being to publish original research articles. The highest number of articles were written by three authors with a doctoral degree and instructors' academic position and were derived from thesis and/or dissertation in the field of exercise and sport physiology and sport management.

Keywords: Academic journals / Sport science / Management analysis / Content analysis

Corresponding Author: Pannatorn Woottipriyatorn, School of Liberal Arts, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, Thailand; E-mail: 2591000027@stou.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์การกีฬา (sport sciences) เป็นศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้องค์ความรู้สหวิทยาการ โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่เกิดขึ้นกับการกีฬา หรือกิจกรรมทางกาย ให้ถูกต้องและเกิดประโยชน์สูงสุด (Ministry of Tourism and Sports, 2016)

พัฒนาการของวิทยาศาสตร์การกีฬา เริ่มต้นมาจากพลศึกษา ในสมัยกรีกโบราณ มีสถานพลศึกษาในระดับประถมศึกษา เรียกว่า พาเลสตรา (Palaestra) ระดับมัธยมศึกษา เรียกว่า ยิมเนเซียม (Gymnasium) มีไพโดไทรป์ (Paidotribe) ครูพลศึกษาซึ่งสอนให้เด็กรู้จักการออกกำลังกาย โดย เปอร์ เฮนริค ลิง (Per Henrik Ling) นักวิชาการด้านพลศึกษาชาวสวีเดนได้นำหลักวิชาการด้านกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยามาประยุกต์ใช้กับพลศึกษาและการออกกำลังกาย เป็นรูปแบบพลศึกษายุคใหม่ เมื่อ ค.ศ. 1814 (Freeman, 2015) และเริ่มจัดการศึกษาพลศึกษาในระดับอุดมศึกษา ที่มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา ใน ค.ศ. 1893 โดยใช้วิทยาศาสตร์เข้ามาใช้กับการกีฬา และพัฒนาเป็นศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Lumpkin, 2014)

วิทยาศาสตร์การกีฬาในประเทศไทย มีพัฒนาการจากสาขาวิชาพลศึกษา โดยมีการจัดการเรียนการสอนรายวิชากายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา และวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว ในหลักสูตรประกาศนียบัตรพลศึกษาตรี (พ.ต.) ประกาศนียบัตรพลศึกษาโท (พ.ท.) และประกาศนียบัตรพลศึกษาเอก (พ.อ.) ที่โรงเรียนฝึกหัดครูพลานามัย ใน พ.ศ. 2493 (Pienchob & Kritpet, 2018) และเริ่มขยายเปิดสอนหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา (ต่อเนื่อง 2 ปี) ที่โรงเรียนกีฬาเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อพ.ศ. 2530 ปัจจุบัน คือ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา (College of Sports Science and Technology, 2021) และหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อ พ.ศ. 2536 (Faculty of Physical Education, 2021) การจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เริ่มเปิดสอนหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อ พ.ศ. 2535 และหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา ที่มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อ พ.ศ. 2541 (Faculty of Sport Science, 2021)

วารสารวิชาการเป็นแหล่งข้อมูลปฐมภูมิที่นักวิชาการใช้ตีพิมพ์เผยแพร่ข้อค้นพบใหม่ ๆ (University of Kansas, 2021) และเป็นช่องทางการสื่อสารทางวิชาการ บทความในวารสารวิชาการเป็นเครื่องมือสื่อสารทางวิชาการ (scholarly communication) อย่างเป็นทางการโดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการแพทย์ (Fjällbrant, 1997) โดยมีการประเมินคุณภาพบทความ (Peer review) โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น ๆ ก่อนพิมพ์เผยแพร่

วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาฉบับแรกของไทย คือ วารสารสุขศึกษาพลศึกษา และสันทนาการ จัดทำโดยสมาคมสุขศึกษาพลศึกษา และสันทนาการแห่งประเทศไทย เริ่มพิมพ์เผยแพร่ พ.ศ. 2508 กำหนดออกราย 6 เดือน มี นายกอง วิสุทธารมณ์ เป็นบรรณาธิการคนแรกของวารสาร นำเสนอบทความด้านสุขศึกษา พลศึกษา และนันทนาการ ตลอดจนสหวิทยาการ ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Association of Health Education, Physical Education and

Recreation of Thailand, 2021) ต่อมาได้มีการจัดทำวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาอีกหลายชื่อ ในช่วง พ.ศ. 2540-2549 ตามพัฒนาการการเปิดสอนหลักสูตรวิทยาศาสตร์การกีฬาทั้งในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ดังนี้ วารสารวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา (พ.ศ. 2540) วารสารคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (พ.ศ. 2541) วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (พ.ศ. 2543) วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา สมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย (พ.ศ. 2544) และวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ (ชื่อเดิม วารสารวิชาการสถาบันการพลศึกษา) (พ.ศ. 2549) โดยทุกวารสารวิชาการยังพิมพ์เผยแพร่จนถึงปัจจุบัน ยกเว้นวารสารวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งได้หยุดพิมพ์เผยแพร่ เมื่อ พ.ศ. 2557

เนื่องจากวารสารวิชาการเป็นแหล่งสำคัญในการเผยแพร่องค์ความรู้ และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัย จึงเริ่มมีการวิจัยวิเคราะห์วารสารวิชาการและการวิเคราะห์เนื้อหาบทความในวารสารวิชาการในสาขาต่าง ๆ หรือวารสารวิชาการแต่ละชื่อ และจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เนื้อหาวารสารด้านการตลาดการกีฬา (Peetz & Reams, 2011) การวิเคราะห์วารสารด้านการจัดการกีฬา (Pitts, Danylchuk, & Quarterman, 2014) และวารสารด้านธุรกิจและการจัดการกีฬา (Oddy, & Bason, 2017) การวิเคราะห์คำสำคัญในบทความและจัดกลุ่มเนื้อหาบทความด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Gonzalez, Masso, Ibanez, Peset, & Davis, 2018) กลุ่มหัวเรื่องงานวิจัยที่ปรากฏในฐานข้อมูลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Pauw, 2013) โดยสรุปผลการวิจัยพบว่า วารสารส่วนใหญ่พิมพ์เผยแพร่ทั้งฉบับกระดาษและฉบับออนไลน์ (Oddy, & Bason, 2017) บทความในวารสารวิชาการส่วนใหญ่เป็นบทความวิจัย (Oddy, & Bason, 2017; Peetz & Reams, 2011) ผู้เขียน 1 คน (Pitts, 2016; Pitts, Danylchuk, & Quarterman, 2014; Peetz & Reams, 2011) มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยรวม (Gonzalez, Masso, Ibanez, Peset, & Davis, 2018) วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย (Pauw, 2013) การจัดการกีฬา (Pitts, 2016; Pitts, Danylchuk, & Quarterman, 2014) และการตลาดการกีฬา (Oddy, & Bason, 2017; Peetz & Reams, 2011) โดยมีการอ้างอิงจากบทความในวารสารวิชาการ (Gonzalez, Masso, Ibanez, Peset, & Davis, 2018)

ในประเทศไทยมีงานวิจัยการวิเคราะห์วารสารวิชาการในสาขาต่าง ๆ ครอบคลุมทั้งสาขาสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยครอบคลุมวิทยาศาสตร์การกีฬา คือ วิทยาศาสตร์สุขภาพ (Sookrach, 2010) สุขภาพ (Cheeranond, 2007) และจิตวิทยา (Kanchanarut, 2011) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่น ๆ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การกีฬา เช่น การศึกษาดัชนีผลกระทบการอ้างอิงวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Ingkatecha, 2011) และการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในงานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณลักษณะทางจิตใจของนักกีฬา (Yeemin, Kemarat, & Prachakul, 2016) สรุปผลการวิจัยพบว่า วารสารสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพส่วนใหญ่จัดทำโดย

สถาบันอุดมศึกษา (Sookrach, 2010) มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่บทความวิชาการและบทความวิจัย (Kanchanarut, 2011) บทความส่วนใหญ่เป็นบทความวิจัย (Cheeranond, 2007) มีผู้เขียน 1 คน เป็นอาจารย์ สังกัดสถาบันอุดมศึกษา (Kanchanarut, 2011) นำเสนอเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยรวม เช่น สรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา เวชศาสตร์การกีฬา โภชนาการการกีฬา (Ingkatecha, 2011) จิตวิทยาการกีฬา (Yeemin, Kemarat, & Prachakul, 2016; Kanchanarut, 2011) และอ้างอิงบทความในวารสารวิชาการ (Yeemin, Kemarat, & Prachakul, 2016; Ingkatecha, 2011; Cheeranond, 2007)

เนื่องจากยังไม่มีการวิจัยวิเคราะห์วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยตรง ผู้วิจัยจึงสนใจวิเคราะห์วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาในด้านการจัดการวารสารวิชาการและวิเคราะห์เนื้อหาบทความ อันจะเป็นประโยชน์ต่อคณะผู้จัดทำวารสาร โดยเฉพาะบรรณาธิการ และกองบรรณาธิการ นักวิจัย นักวิชาการ นักวิชาชีพ ตลอดจนอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา และสาขาสารสนเทศศาสตร์ และเป็นแหล่งบริการสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าวิจัย การตอบคำถามและช่วยค้นคว้า และบริการสารสนเทศด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาของบรรณารักษ์และนักสารสนเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์การจัดการวารสารวิชาการและเนื้อหาบทความวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่พิมพ์เผยแพร่ในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรการวิจัย

1. วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีรายชื่อปรากฏในฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย และพิมพ์เผยแพร่ในช่วง พ.ศ. 2508-2560 จำนวน 6 รายชื่อ

2. บทความวิชาการและบทความวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 277 ฉบับ รวมบทความทั้งสิ้น 2,347 บทความ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508-2560

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การจัดการวารสารวิชาการและเนื้อหาบทความวารสารวิชาการ

2. สืบค้นข้อมูลวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ปรากฏชื่อในฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทยทั้งฉบับกระดาษและฉบับออนไลน์ และบทความที่พิมพ์เผยแพร่ตั้งแต่ พ.ศ. 2508-2560

3. พัฒนาร่างเครื่องมือการวิจัย 2 ชุด ได้แก่ แบบบันทึกข้อมูลการจัดการวารสารวิชาการและแบบบันทึกข้อมูลเนื้อหาบทความวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

4. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยโดยการหาความตรงของเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ราย พิจารณาความความถูกต้องและความครอบคลุมของเนื้อหา และตรวจสอบความเที่ยงของเนื้อหาโดยให้บรรณารักษ์ จำนวน 3 ราย ทดลองบันทึกข้อมูลวารสารวิชาการ จำนวน 6 ฉบับ และบทความในวารสารวิชาการฉบับละ 5 บทความ เพื่อให้ได้ผลการบันทึกข้อมูลที่สอดคล้องกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกข้อมูลการจัดการวารสารวิชาการ และแบบบันทึกข้อมูลเนื้อหาบทความวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกข้อมูลมาตรวจสอบความสมบูรณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จ โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการวิจัยการจัดการวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา พบว่า

1) วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาส่วนใหญ่เริ่มออก ช่วง พ.ศ. 2540-2549 จำนวน 5 ชื่อ (ร้อยละ 83.33) มีกำหนดออกราย 6 เดือน และจัดทำโดยสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 4 ชื่อ (ร้อยละ 66.67)

2) วารสารวิชาการทุกชื่อ มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย/บทความวิจัย นำเสนอขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยรวม

3) วารสารวิชาการทุกชื่อ กำหนดรูปแบบการตีพิมพ์เหมือนกัน โดยให้ใช้ชื่อบทความ บทคัดย่อและคำสำคัญทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ข้อมูลแนะนำผู้เขียน ประกอบด้วย ชื่อผู้เขียน หน่วยงานที่สังกัด ตำแหน่งทางวิชาการใส่ต่อจากชื่อบทความ โครงสร้างบทความวิชาการ ประกอบด้วย หัวข้อ บทนำ เนื้อหา บทสรุป และ เอกสารอ้างอิง/ บรรณานุกรม ส่วนโครงสร้างบทความวิจัย ประกอบด้วย บทนำ/ความเป็นมา วัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการวิจัย/วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุป อภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง/บรรณานุกรม มีภาพประกอบรวมอยู่ในเนื้อหา มีการประเมินคุณภาพก่อนพิมพ์เผยแพร่บทความและพิมพ์เผยแพร่วารสารทั้งฉบับกระดาษและฉบับออนไลน์ โดยสามารถเข้าถึงบทความออนไลน์ฉบับเต็มทั้งฉบับปัจจุบันและฉบับล่วงเวลาจากฐานข้อมูล Thai Journals Online (ThaiJO) เว็บไซต์ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย และเว็บไซต์ของหน่วยงานที่จัดทำวารสารวิชาการ

วารสารวิชาการส่วนใหญ่ กำหนดความยาวของบทความ 10-15 หน้า จำนวน 3 ชื่อ (ร้อยละ 50.00) รูปแบบตัวอักษรและขนาดของตัวอักษรกำหนดให้ใช้ Angsana New ขนาด 16 pt. และ Browallia New ขนาด 14 pt. จำนวน 2 ชื่อเท่ากัน (ร้อยละ 33.33) กำหนดจำนวนภาพประกอบ/แผนภูมิ/ ตาราง/ กราฟ จำนวน 4 ชื่อ (ร้อยละ 66.67) และกำหนดให้ใช้รูปแบบการอ้างอิงแบบ APA จำนวน 5 ชื่อ (ร้อยละ 83.33)

ตารางที่ 1 คณะผู้จัดทำวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาจำแนกตามชื่อวารสารวิชาการ

ชื่อวารสาร/ คณะผู้จัดทำวารสาร	1	2	3	4	5	6	รวม
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ที่ปรึกษา	18 (12.33)	3 (2.05)	11 (7.53)	5 (3.42)	9 (6.16)	1 (0.68)	47 (32.19)
บรรณาธิการ	1 (0.68)	1 (0.68)	1 (0.68)	1 (0.68)	1 (0.68)	1 (0.68)	6 (4.11)
กองบรรณาธิการ	9 (6.16)	13 (8.90)	11 (7.53)	7 (4.79)	23 (15.75)	19 (13.01)	82 (56.16)
กองจัดการ	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (3.42)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (3.42)
รองบรรณาธิการ	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (2.05)	0 (0.00)	3 (2.05)
บรรณาธิการจัดการ	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (2.05)	0 (0.00)	3 (2.05)
รวม	**28 (19.18)**	**17 (11.64)**	**28 (19.18)**	**13 (8.90)**	**39 (26.71)**	**21 (14.38)**	**146 (100.00)**

[1] วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ [2] วารสารวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา [3] วารสารคณะพลศึกษา
[4] วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ [5] วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา [6] วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

2. ผลการวิเคราะห์เนื้อหาบทความในวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

1) ผู้เขียนบทความ บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 3 คน (ร้อยละ 32.04) (ตารางที่ 2)

ผู้เขียนบทความส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก จำนวน 2,588 คน (ร้อยละ 53.83) รองลงมา ปริญญาโท จำนวน 2,220 คน (ร้อยละ 46.17) ผู้เขียนเป็นกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 3,484 คน (ร้อยละ 72.46) ตำแหน่งอาจารย์ จำนวน 1,321 คน (ร้อยละ 27.48) รองลงมา กลุ่มนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน 1,047 คน (ร้อยละ 21.78) เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 875 คน (ร้อยละ 18.20) สังกัดสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2,547 คน (ร้อยละ 52.97) จำนวนสูงสุด คือ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 1,032 คน (ร้อยละ 21.46) รองลงมา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 573 คน (ร้อยละ 11.92)

เมื่อพิจารณาวารสารวิชาการแต่ละชื่อพบว่า

- วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ มีจำนวนบทความพิมพ์เผยแพร่สูงสุด บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 1 คน (ร้อยละ 13.55) (ตารางที่ 2) เป็นกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ 538 คน (ร้อยละ 11.19) ตำแหน่งอาจารย์ 313 คน (ร้อยละ 6.51) (ตารางที่ 3)

- วารสารคณะพลศึกษา บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียนเป็นกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ 950 คน (ร้อยละ 19.76) ตำแหน่งอาจารย์ 398 คน (ร้อยละ 8.28) มีผู้เขียน 3 คน (ร้อยละ 12.53) รองลงมา เป็นกลุ่มนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา 305 คน (ร้อยละ 6.34) โดยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท 253 คน (ร้อยละ 5.26) (ตารางที่ 3)

- วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียนบทความ 2 คน (ร้อยละ 10.91) (ตารางที่ 2) เขียนโดยบุคลากรสายวิชาการ 582 คน (ร้อยละ 12.10) ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ 218 คน (ร้อยละ 4.53) (ตารางที่ 3)

- วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 4 คน (ร้อยละ 2.47) และ 5 คน (ร้อยละ 0.94) (ตารางที่ 2) เขียนโดยกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ 783 คน (ร้อยละ 16.29) ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ 295 คน (ร้อยละ 6.14) (ตารางที่ 3)

- วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 1 คน (ร้อยละ 5.20) (ตารางที่ 2) เขียนโดยกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ 469 คน (ร้อยละ 9.75) ตำแหน่งอาจารย์ 208 คน (ร้อยละ 4.33) (ตารางที่ 3)

2) ประเภทของบทความ บทความส่วนใหญ่เป็นบทความวิจัย จำนวน 1,896 บทความ (ร้อยละ 80.78) โดยบทความจำนวนสูงสุดเป็นบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์ 1,035 บทความ (ร้อยละ 44.10) รองลงมาเป็นบทความวิจัยของอาจารย์และนักวิชาการ 861 บทความ (ร้อยละ 36.70)

เมื่อพิจารณาวารสารวิชาการแต่ละชื่อ พบว่าวารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ มีจำนวนบทความพิมพ์เผยแพร่มากที่สุด 721 บทความ (ร้อยละ 30.72) รองลงมา วารสารคณะพลศึกษา 584 บทความ (ร้อยละ 24.88) (ตารางที่ 4)

3) เนื้อหาของบทความ มีขอบเขตเนื้อหาสูงสุดครอบคลุมด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา จำนวน 571 บทความ (ร้อยละ 24.33) รองลงมาด้านการจัดการกีฬา จำนวน 544 บทความ (ร้อยละ 23.18) และด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 458 บทความ (ร้อยละ 19.51) และน้อยที่สุด คือ ด้านเวชศาสตร์การกีฬา จำนวน 74 บทความ (ร้อยละ 3.15) และใกล้เคียงกันด้านโภชนาการการกีฬา จำนวน 82 บทความ (ร้อยละ 3.49) (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาขอบเขตเนื้อหากลุ่มย่อย พบว่าจำนวนสูงสุดมีขอบเขตเนื้อหาการฝึกด้านตัวแปรทางสรีรวิทยา จำนวน 256 บทความ (ร้อยละ 10.91) รองลงมาในจำนวนใกล้เคียงกัน คือ การพัฒนาบุคลากรด้านการกีฬา จำนวน 225 บทความ (ร้อยละ 9.59) และสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬาของบุคคลกลุ่มวัยต่าง ๆ จำนวน 205 บทความ (ร้อยละ 8.73) และน้อยที่สุดจำนวนเท่ากัน 4 รายการ คือ การบาดเจ็บทางกีฬาบริเวณผิวหนังและชั้นไขมันใต้ผิวหนัง การบาดเจ็บทางกีฬาบริเวณกระดูกไขสันหลัง การฟื้นฟูร่างกายหลังการบาดเจ็บทางกีฬาด้วยวิธีสุคนธบำบัด และการควบคุมทักษะการเคลื่อนไหวและทักษะกีฬา จำนวน 1 บทความ (ร้อยละ 0.04)

เมื่อพิจารณาวารสารวิชาการแต่ละชื่อตามขอบเขตเนื้อหาของบทความที่พิมพ์เผยแพร่ พบว่า

- วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ พิมพ์เผยแพร่บทความที่มีขอบเขตเนื้อหาด้านการจัดการกีฬา จำนวนมากที่สุด 226 บทความ (ร้อยละ 9.63) รองลงมาในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 190 บทความ (ร้อยละ 8.10)

- วารสารคณะพลศึกษา พิมพ์เผยแพร่บทความที่มีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา และการจัดการกีฬา จำนวนมากเท่ากัน 129 บทความ (ร้อยละ 5.50)

- วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ พิมพ์เผยแพร่บทความที่มีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา จำนวนมากที่สุด 102 บทความ (ร้อยละ 4.35)

- วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา พิมพ์เผยแพร่บทความที่มีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา จำนวนมากที่สุด 85 บทความ (ร้อยละ 3.62)

- วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ พิมพ์เผยแพร่บทความที่มีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา จำนวนมากที่สุด 84 บทความ (ร้อยละ 3.58)

4) การอ้างอิง พบว่าบทความจำนวนสูงสุดอ้างอิงจากบทความในวารสารวิชาการ จำนวน 14,767 รายการ (ร้อยละ 49.66) รองลงมา คือ หนังสือ จำนวน 8,457 รายการ (ร้อยละ 28.44) และเมื่อจำแนกตามประเภทของทรัพยากร พบว่าส่วนใหญ่อ้างอิงจากวัสดุตีพิมพ์ภาษาอังกฤษ จำนวน 16,750 รายการ (ร้อยละ 56.32) รองลงมาภาษาไทย จำนวน 12,447 รายการ (ร้อยละ 41.85)

ตารางที่ 2 บทความวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาจำแนกตามจำนวนผู้เขียนบทความ

ชื่อวารสาร/ จำนวนผู้เขียนบทความ	1	2	3	4	5	6	รวม
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
1 คน	318 (13.55)	47 (2.00)	126 (5.37)	65 (2.77)	41 (1.75)	122 (5.20)	719 (30.63)
2 คน	102 (4.35)	26 (1.11)	96 (4.09)	256 (10.91)	24 (1.02)	57 (2.43)	561 (23.90)
3 คน	237 (10.10)	24 (1.02)	294 (12.53)	61 (2.60)	103 (4.39)	33 (1.41)	752 (32.04)
4 คน	24 (1.02)	12 (0.51)	37 (1.58)	11 (0.47)	58 (2.47)	14 (0.60)	156 (6.65)
5 คน	7 (0.30)	2 (0.09)	13 (0.55)	4 (0.17)	51 (2.17)	5 (0.21)	82 (3.49)
มากกว่า 5 คน	33 (1.41)	0 (0.00)	18 (0.77)	7 (0.30)	11 (0.47)	8 (0.34)	77 (3.28)
รวม	**721 (30.72)**	**111 (4.73)**	**584 (24.88)**	**404 (17.21)**	**288 (12.27)**	**239 (10.18)**	**2,347 (100.00)**

[1] วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ [2] วารสารวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา [3] วารสารคณะพลศึกษา
[4] วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ [5] วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา [6] วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

ตารางที่ 3 สถานภาพของผู้เขียนบทความวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

ชื่อวารสาร/ สถานภาพผู้เขียนบทความ	1	2	3	4	5	6	รวม
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
กลุ่มบุคลากรสายวิชาการ	**538 (11.19)**	**162 (3.37)**	**950 (19.76)**	**582 (12.10)**	**783 (16.29)**	**469 (9.75)**	**3,484 (72.46)**
อาจารย์	313 (6.51)	43 (0.89)	398 (8.28)	139 (2.89)	220 (4.58)	208 (4.33)	1,321 (27.48)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	146 (3.04)	89 (1.85)	274 (5.70)	218 (4.53)	295 (6.14)	152 (3.16)	1,174 (24.42)
รองศาสตราจารย์	63 (1.31)	27 (0.56)	239 (4.97)	184 (3.83)	251 (5.22)	97 (2.02)	861 (17.91)
ศาสตราจารย์	16 (0.33)	3 (0.06)	39 (0.81)	41 (0.85)	17 (0.35)	12 (0.25)	128 (2.66)
กลุ่มบุคลากรสายสนับสนุน (นักวิชาการ/ นักวิจัย/ นักวิชาชีพ)	**57 (1.19)**	**6 (0.12)**	**60 (1.25)**	**52 (1.08)**	**80 (1.66)**	**22 (0.46)**	**277 (5.76)**
นักวิชาการ	32 (0.67)	5 (0.10)	26 (0.54)	38 (0.79)	49 (1.02)	17 (0.35)	167 (3.47)
นักวิจัย	3 (0.06)	0 (0.00)	1 (0.02)	2 (0.04)	4 (0.08)	0 (0.00)	10 (0.21)
นักวิทยาศาสตร์การกีฬา	9 (0.19)	1 (0.02)	5 (0.10)	6 (0.12)	13 (0.27)	3 (0.06)	37 (0.77)
นักวิชาการสาธารณสุข	0 (0.00)	0 (0.00)	23 (0.48)	0 (0.00)	5 (0.10)	2 (0.04)	30 (0.62)
นักวิชาการศึกษา	12 (0.25)	0 (0.00)	4 (0.08)	1 (0.02)	1 (0.02)	0 (0.00)	18 (0.37)
นักกายภาพบำบัด	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (0.10)	8 (0.17)	0 (0.00)	13 (0.27)
นักวิชาการการเงินและบัญชี	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.02)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.02)
นักแนะแนว	1 (0.02)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.02)
กลุ่มนักศึกษาบัณฑิตศึกษา	**174 (3.62)**	**33 (0.69)**	**305 (6.34)**	**248 (5.16)**	**220 (4.58)**	**67 (1.39)**	**1,047 (21.78)**
ระดับปริญญาโท	157 (3.27)	23 (0.48)	253 (5.26)	209 (4.35)	172 (3.58)	61 (1.27)	875 (18.20)
ระดับปริญญาเอก	17 (0.35)	10 (0.21)	52 (1.08)	39 (0.81)	48 (1.00)	6 (0.12)	172 (3.58)
รวม	**769 (15.99)**	**201 (4.18)**	**1,315 (27.35)**	**882 (18.34)**	**1,083 (22.52)**	**558 (11.61)**	**4,808* (100.00)**

[1] วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ [2] วารสารวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา [3] วารสารคณะพลศึกษา
[4] วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ [5] วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา [6] วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

* 4, 808 คือ จำนวนผู้เขียนทั้งหมดที่ปรากฏในบทความวารสารวิชาการ จำนวน 2,347 บทความ

ตารางที่ 4 เนื้อหาของบทความวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

ชื่อวารสาร/ เนื้อหาของบทความ	1	2	3	4	5	6	รวม
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
สรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา	137 (5.84)	34 (1.45)	129 (5.50)	102 (4.35)	85 (3.62)	84 (3.58)	571 (24.33)
ชีวกลศาสตร์การกีฬา	41 (1.75)	3 (0.13)	79 (3.37)	47 (2.00)	31 (1.32)	16 (0.68)	217 (9.25)
โภชนาการการกีฬา	19 (0.81)	7 (0.30)	10 (0.43)	21 (0.89)	20 (0.85)	5 (0.21)	82 (3.49)
จิตวิทยาการกีฬา	64 (2.73)	33 (1.41)	61 (2.60)	42 (1.79)	37 (1.58)	13 (0.55)	250 (10.65)
เวชศาสตร์การกีฬา	10 (0.43)	2 (0.09)	7 (0.30)	14 (0.60)	39 (1.66)	2 (0.09)	74 (3.15)
นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการกีฬา	34 (1.45)	8 (0.34)	37 (1.58)	26 (1.11)	28 (1.19)	18 (0.77)	151 (6.43)
การจัดการกีฬา	226 (9.63)	21 (0.89)	129 (5.50)	75 (3.20)	27 (1.15)	66 (2.81)	544 (23.18)
เนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	190 (8.10)	3 (0.13)	132 (5.62)	77 (3.28)	21 (0.89)	35 (1.49)	458 (19.51)
กีฬา นันทนาการและการท่องเที่ยว	48 (2.05)	1 (0.04)	11 (0.47)	28 (1.19)	6 (0.26)	11 (0.47)	105 (4.47)
การโค้ชกีฬา/ ผู้ฝึกสอนกีฬา	52 (2.22)	1 (0.04)	26 (1.11)	10 (0.43)	6 (0.26)	11 (0.47)	106 (4.52)
สุขศึกษาและการส่งเสริมสุขภาพ	43 (1.83)	0 (0.00)	36 (1.53)	36 (1.53)	7 (0.30)	2 (0.09)	124 (5.28)
ทันตสาธารณสุข	4 (0.17)	0 (0.00)	24 (1.02)	3 (0.13)	2 (0.09)	0 (0.00)	33 (1.41)
กฎหมายการแพทย์และสาธารณสุข	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.04)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.04)
การพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตร	32 (1.36)	0 (0.00)	15 (0.64)	0 (0.00)	0 (0.00)	4 (0.17)	51 (2.17)
การประกันคุณภาพการศึกษา	5 (0.21)	0 (0.00)	9 (0.38)	0 (0.00)	0 (0.00)	5 (0.21)	19 (0.81)
การวัดผลและประเมินผลการศึกษา	6 (0.26)	1 (0.04)	10 (0.43)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.09)	19 (0.81)
รวม	**721 (30.72)**	**111 (4.73)**	**584 (24.88)**	**404 (17.21)**	**288 (12.27)**	**239 (10.18)**	**2,347 (100.00)**

[1] วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ [2] วารสารวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา [3] วารสารคณะพลศึกษา

[4] วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ [5] วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา [6] วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่พบ อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการจัดการวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา พบว่า วารสารวิชาการส่วนใหญ่ จัดทำโดยสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ พบว่า วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ส่วนใหญ่จัดทำโดยสถาบันอุดมศึกษา (Sookrach, 2010) สอดคล้องกับพัฒนาการของการขยายเปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาในประเทศไทย ช่วง พ.ศ. 2540-2549 ที่มีการเปิดสอนระดับปริญญาตรี จำนวน 18 แห่ง ระดับปริญญาโท จำนวน 2 แห่ง และระดับปริญญาเอก จำนวน 2 แห่ง (Ministry of Higher Education, Science, Research, and Innovation, 2021)

การจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทำให้เกิดการขยายตัวของการศึกษาค้นคว้าวิจัย โดยการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษามีปรัชญาและวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษามีความสามารถในการค้นคว้าวิจัย สรรค์สร้างองค์ความรู้ใหม่ มีการทำวิทยานิพนธ์ และเผยแพร่วิทยานิพนธ์ที่เป็นส่วนหนึ่งในเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา สอดคล้องกับปรัชญาและวัตถุประสงค์ของเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2558 เพราะการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาเป็นการศึกษาขั้นสูงที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะด้านการวิจัยผลงานวิจัย และผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถระดับสูงในสาขาวิชาต่าง ๆ (Ministry of Education, 2015)

วารสารวิชาการทุกชื่อ มีรูปแบบการตีพิมพ์เผยแพร่เหมือนกัน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre - TCI) ยกเว้นรูปแบบการอ้างอิงซึ่งแตกต่างกันไปตามความนิยมของแต่ละศาสตร์ ซึ่งพบว่าวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 5 ใน 6 ชื่อ มีรูปแบบการอ้างอิงแบบ APA เนื่องจากรูปแบบการอ้างอิง APA เป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการจัดทำวิทยานิพนธ์และดุษฎีนิพนธ์ของสถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ จึงสะดวกในการนำไปเขียนเป็นบทความวิจัยเผยแพร่ ซึ่งทุกสถาบันอุดมศึกษาที่จัดทำวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาได้กำหนดรูปแบบการอ้างอิง APA ไว้สำหรับการเขียนอ้างอิงวิทยานิพนธ์และดุษฎีนิพนธ์

2. ผลการวิเคราะห์เนื้อหาบทความวารสารวิชาการ พบว่า

1) ผู้เขียนบทความ บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 3 คน มีตำแหน่งอาจารย์ และผู้เขียนส่วนใหญ่สังกัดสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์วารสารวิชาการด้านจิตวิทยา พบว่า ผู้เขียนบทความในวารสารวิชาการด้านจิตวิทยา ส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ (Kanchanarut, 2011) ทั้งนี้เพราะการสร้างสรรค์งานวิชาการ และการวิจัยเป็นภารกิจของผู้สอนในสถาบันอุดมศึกษา และใช้เป็นผลงานทางวิชาการในการขอกำหนดตำแหน่งทางวิชาการเพื่อความก้าวหน้าในสายงานผู้สอน (Civil Officer of the Higher Education Commission, 2017)

2) ประเภทบทความ บทความจำนวนสูงสุดเป็นบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์ สอดคล้องกับผลการวิจัยด้านการจัดการวารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา พบว่า บทความวารสารวิชาการจำนวนสูงสุดเป็นบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์ รองลงมาเป็นบทความวิจัยของอาจารย์และนักวิชาการ และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์

เนื้อหาบทความวารสารด้านธุรกิจและการจัดการกีฬา (Oddy & Bason, 2017) และวารสารด้านการตลาดการกีฬา (Peetz & Reams, 2011) และผลการวิเคราะห์วารสารวิชาการด้านจิตวิทยา (Kanchanarut, 2011) พบว่า บทความส่วนใหญ่เป็นบทความวิจัย ทั้งนี้ เพราะเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทั้งระดับปริญญาโทและระดับปริญญาเอก นักศึกษาจะต้องทำวิทยานิพนธ์และดุษฎีนิพนธ์ และผลงานส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์และดุษฎีนิพนธ์ต้องได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติหรือระดับนานาชาติที่มีคุณภาพตามประกาศคณะกรรมการการอุดมศึกษา เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (Ministry of Education, 2015) รวมถึงอาจารย์ประจำหลักสูตรและอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรต้องมีผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในการพิจารณาแต่งตั้งให้บุคคลดำรงตำแหน่งทางวิชาการอย่างน้อย 3 รายการในรอบ 5 ปีย้อนหลัง โดยอย่างน้อย 1 รายการต้องเป็นผลงานวิจัย

เมื่อพิจารณาวารสารวิชาการแต่ละชื่อพบว่า

- วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ มีจำนวนบทความพิมพ์เผยแพร่สูงสุด สอดคล้องกับพัฒนาการของวารสารวิชาการ ทั้งนี้เพราะวารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ เป็นวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาฉบับแรกของไทย เริ่มพิมพ์เผยแพร่ตั้งแต่ พ.ศ. 2508 (Association of Health Education, Physical Education and Recreation of Thailand, 2021)

- วารสารคณะพลศึกษา พิมพ์เผยแพร่จำนวนบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์สูงสุด สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวารสาร ทั้งนี้เพราะ วารสารคณะพลศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่บทความวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับพลศึกษา สุขศึกษา นันทนาการ วิทยาศาสตร์การกีฬา และสาธารณสุขศาสตร์ในระดับชาติและนานาชาติ (Faculty of Physical Education, 2017)

3) เนื้อหาของบทความ พบว่า บทความจำนวนสูงสุดนำเสนอเนื้อหาสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา รองลงมาในจำนวนใกล้เคียงกัน คือ การจัดการกีฬา สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คำสำคัญในบทความและจัดกลุ่มเนื้อหาบทความด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Gonzalez, Masso, Ibanez, Peset, & Davis, 2018) และผลการวิเคราะห์กลุ่มหัวเรื่องงานวิจัยที่ปรากฏในฐานข้อมูลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Pauw, 2013) พบว่า เนื้อหาบทความวารสารวิชาการส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา ทั้งนี้เพราะสรีรวิทยามีขอบเขตเนื้อหาที่กว้างและครอบคลุมการศึกษากระบวนการทำงานทุกอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย และมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถของการทำงานของระบบต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ (Lumpkin, 2014) และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เนื้อหาวารสารด้านการจัดการกีฬา (Pitts, 2016; Pitts, Danylchuk & Quarterman, 2014) พบว่า บทความส่วนใหญ่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการกีฬาในบริบททางสังคม และการบริหารและจัดการทักษะทางการกีฬาและธุรกิจการกีฬา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการกีฬาได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของธุรกิจที่มีความสำคัญระดับชาติและระดับสากล มีการขยายตัวการจัดตั้งธุรกิจอย่างต่อเนื่อง ดังข้อมูลของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่ พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2561 (ม.ค. - ก.ย.) มีการขยายตัวของจำนวนและทุนจดทะเบียน และมีมูลค่า

การเติบโตของตลาดสินค้าเพื่อสุขภาพ การกีฬาและการออกกำลังกาย และมูลค่าการนำเข้าสินค้าเครื่องกีฬาที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น (Department of Business Development Ministry of Commerce, 2021)

4) การอ้างอิง บทความส่วนใหญ่อ้างอิงบทความวารสารวิชาการ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คำสำคัญในบทความและจัดกลุ่มเนื้อหาบทความด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Gonzalez, Masso, Ibanez, Peset, & Davis, 2018) ผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในงานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณลักษณะทางจิตใจของนักกีฬา (Yeemin, Kemarat, & Prachakul, 2016) ผลการศึกษาดัชนีผลกระทบการอ้างอิงวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (Ingkatecha, 2011) และผลการวิเคราะห์วารสารวิชาการด้านสุขภาพ (Cheeranond, 2007) พบว่า บทความส่วนใหญ่อ้างอิงเนื้อหาจากบทความวารสารวิชาการ ทั้งนี้ เพราะวารสารวิชาการเป็นแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และเป็นช่องทางแรกของการสื่อสารทางวิชาการที่นักวิชาการและนักวิจัยใช้พิมพ์เผยแพร่ข้อค้นพบใหม่ ๆ (Fjällbrant, 1997; University of Kansas, 2021)

สรุปผลการวิจัย

วารสารวิชาการภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาส่วนใหญ่จัดทำโดยสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัย และมีขอบเขตเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยรวม บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 1 คน ตำแหน่งอาจารย์ เป็นบทความวิจัยจากวิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์ ขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา รองลงมา การจัดการกีฬา และผู้เขียนส่วนใหญ่เป็นกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ มีวุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก

เมื่อพิจารณาวารสารวิชาการแต่ละชื่อพบว่า

1) วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ มีจำนวนบทความพิมพ์เผยแพร่มากที่สุด บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 1 คน และมีขอบเขตเนื้อหาด้านการจัดการกีฬา

2) วารสารคณะพลศึกษา บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียนเป็นกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ ตำแหน่งอาจารย์ มีผู้เขียน จำนวน 3 คน และมีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา และการจัดการการกีฬา

3) วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียนบทความ 2 คน เขียนโดยกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และมีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา

4) วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 4 คน และ 5 คน เขียนโดยกลุ่มบุคลากรสายวิชาการ ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และมีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา

5) วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ บทความจำนวนสูงสุดมีผู้เขียน 1 คน เขียนโดยบุคลากรสายวิชาการ ตำแหน่งอาจารย์ และมีขอบเขตเนื้อหาด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา

อนึ่ง เนื่องจากการวิเคราะห์เนื้อหาบทความในวารสารนี้จำกัดเฉพาะวารสารภาษาไทย ดังนั้นจึงไม่ครอบคลุมบทความวิชาการและบทความวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่เป็นภาษาอังกฤษในวารสารวิชาการของไทยโดยนักวิจัยและนักวิชาการไทยในสาขานี้ ซึ่งเป็นประเด็นที่เสนอแนะให้มีการวิจัยต่อไปเพื่อแสดงความเป็นสากลของนักวิจัยและนักวิชาการ และการศึกษาวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากสรุปผลการวิจัยที่พบและการอภิปรายผล ผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะต่อคณะผู้จัดทำวารสารสมาคมวิชาชีพ อาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตนักศึกษา และบรรณารักษ์และนักสารสนเทศ ดังนี้

1. คณะผู้จัดทำวารสาร โดยเฉพาะบรรณาธิการและกองบรรณาธิการ ตลอดจนสถาบันอุดมศึกษา และสมาคมวิชาชีพ นำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการจัดการวารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

2. กลุ่มอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา นำผลการวิจัยไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและการพิมพ์เผยแพร่บทความในวารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาที่พิมพ์เผยแพร่ในประเทศไทย

3. กลุ่มอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตนักศึกษาด้านสารสนเทศศาสตร์ ใช้ประโยชน์จากผลการวิจัยในการกำหนดประเด็นการวิจัย การวิเคราะห์วารสารวิชาการในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. กลุ่มบรรณารักษ์และนักสารสนเทศนำผลการวิจัยไปใช้ในการให้บริการตอบคำถามและช่วยค้นคว้า และบริการสารสนเทศด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา

เอกสารอ้างอิง

Association of Health Education, Physical Education and Recreation of Thailand. (2021). (Online). Retrieved September 1,2021, from http://www.tahper.or.th/

Cheeranond, C. (2007). Content analysis of Thai health journals published in the period between 2001 and 2005. (Online). Retrieved September 1,2021, fromhttps://tdc.thailis.or.th/tdc/search_result.php

Eddy, C., Brown, A., & Sieben, P. N. (2015). Issues in athletic administration: a content analysis of syllabi from intercollegiate athletics graduate courses. *Journal of Innovative Higher Education, 40*, 359–372.

Freeman, W. (2015). Physical education, exercise, and sport science in a changing society. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.

Ingkatecha, O. (2011). Impact factor journal of sport science 2010. *Journal of Exercise and Sport Science, 9*(1), 62-81.

Kanchanarut, Y. (2011). A content analysis of psychology journals in the period between 1999 and 2008. *Journal of Information, 12*(2), 58-68.

Lumpkin, A. (2014). Introduction to physical education, exercise science, and sport studies. New York: McGraw-Hill

Ministry of tourism and sports. (2016). Sport science application for community. Bangkok: Department of physical education, Ministry of tourism and sports.

Oddy, R. E., & Bason, T. (2017). The first century and beyond: a content analysis of sport, business, and management: an international journal. *Sport, Business and Management, 7*(4), 444-458.

Pauw, K. (2013). Guidelines to classify subject groups in sport-science research. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 8*(2), 111-122.

Peetz, T. B., & Reams, L. (2011). A content analysis of sport marketing quarterly: 1992-2011. *Sport Marketing Quarterly, 20*(4), 209-218.

Pitts, G. (2016). Examining the sport management literature: content analysis of the international journal of sport management. *International Journal of Sport Management, 17*(2), 1-21.

Pitts, B. G., Danylchuk, K., & Quarterman, J. (2014). A content analysis of the European sport management quarterly and its predecessor the European journal for sport management: 1984-2012. *Sport Management International Journal, 10*(2), 45-72.

Sookrach, P. (2010). A content analysis of Thai health science journals published by Higher Education Institutions from 2002-2006. (Online). Retrieved September 1,2021, from https://tdc.thailis.or.th/tdc/search_result.php

Yeemin, W., Kemarat, S., & Prachakul, W. (2016). A systematic review of studies of athletes' psychological characteristics. *Journal of Sports Science and Technology, 16*(2), 99-113.

การพัฒนาตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

กิตติคุณ แสงนิล [1], อุษา ศรีไชยา [1]
[1] คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Received: 20 October 2564 / Revised: 24 November 2564 / Accepted: 20 April 2565

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนากรอบตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ วิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ และสังเคราะห์ตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

วิธีการดำเนินการวิจัย งานวิจัยนี้มีลักษณะแบบผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงคุณภาพได้แก่ การวิจัยเอกสาร การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน และ 19 คน ตามลำดับ กับการวิจัยเชิงปริมาณโดยการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับตะกร้ออาชีพ ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 385 คน ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบสอบถามความคิดเห็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตารางแสดงการกระจายค่ามิติสัมพันธ์แบบฉันทามติ และการวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง โดยใช้โปรแกรม LISREL และการวิเคราะห์กลยุทธ์แบบ TOWS Matrix เป็นเครื่องมือ

ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพประกอบไปด้วย ปัจจัยหลัก 8 ปัจจัย กีฬาตะกร้อ การออกแบบของลีกกีฬาอาชีพ การมีส่วนร่วม การสร้างความสัมพันธ์ การสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา การพัฒนาความสามารถ สิ่งอำนวยความสะดวก และ บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร ในส่วนตัวแปรสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร การมีส่วนร่วม สิ่งอำนวยความสะดวก และ การพัฒนาความสามารถ มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ 0.55, 0.19, 0.56 และ 0.28 ตามลำดับ ขณะที่ตัวแปรสาเหตุที่ไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ กีฬาตะกร้อ การสร้างความสัมพันธ์ การสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา และการออกแบบของลีกกีฬาอาชีพ มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ -0.06, 0.01, 0.07 และ -0.04 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความยั่งยืน คือ การสร้างมูลค่าเพิ่ม มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ 0.16

สรุปผลงานวิจัย ปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย ได้แก่ บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร การมีส่วนร่วม สิ่งอำนวยความสะดวก และ การพัฒนาความสามารถ

คำสำคัญ : การสร้างมูลค่าเพิ่ม, ลีกตะกร้ออาชีพ

Corresponding Author: ดร.กิตติคุณ แสงนิล คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กรุงเทพฯ 10510. E-mail: kittikun.san@kbu.ac.th

The Development of a Strategic Model for Value Added Creation of The Professional Takraw Competition in Thailand

Kittikun Sangnin, Usa Srichaiya

Faculty of Sports Science, Kasem Bundit University [1]

Received: 20 October 2021 / Revised: 24 November 2022 / Accepted:20 April 2022

Abstract

Purpose: The purpose of this research were 1) to develop a framework for strategic indicators; to analyze the causal relationship structure of strategic model 3) and to synthesize a strategic model for creating the added value of professional Takraw competition management in Thailand

Methods: This research methodology utilized the mixed methods between quantitative and qualitative research techniques that involved documentary research, semi-structured interview with stakeholders (n=8) and a group of experts (n=19), along with quantitative research by survey collecting data using questionnaires from individuals related to professional takraw. (n=385).The research data were analyzed with distribution-consensus matrices, descriptive and inferential statistics using Linear Structure Relations program (LISREL), and strategic analysis by TOWS Matrix.

Results: Strategic factors influencing the value-added creation of professional takraw competitions consisted of 8 main factors: takraw, design of professional sports leagues, participation, engagement, fan development, fans talent development, facilities, and people and corporate culture. The results showed that the causal variable that had a direct influence on the value-added were people and organizational culture, participation, facilities, and talent development , with the effect size of 0.55, 0.19, 0.56 and 0.28, respectively, while the causal variable which had no direct influence on the value-added were sport in the league, fan development, and the design of professional sports leagues , with the effect size of-0.06, 0.01, 0.07 and -0.04, respectively. It also found that the causal variable that had a direct influence on sustainability was the creation of added value, with an effect size of 0.16.

Conclusion: The Strategic factors influencing the creation of added value of professional Takraw competition in Thailand are personnel and organizational culture, participation, facilities, and talent development.

KEY WORDS: Value-Added Creation, Professional Takraw League

Corresponding Author : Kittikun Sangnin, Ph.D. Faculty of Sports Science, Kasem Bundit University. Bangkok 10510, Thailand; E-mail: kittikun.san@kbu.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวงการกีฬาอาชีพในประเทศไทยมีการพัฒนาและการเติบโตของจำนวนผู้ชมที่เพิ่มขึ้นจนกลายเป็นอุตสาหกรรมกีฬาที่ทำรายได้ให้กับประเทศ ได้รับความสนใจจากประชาชน เกิดกระแสความนิยม กีฬาอาชีพเป็นกิจกรรมที่นานาประเทศให้ความสำคัญและเป็นอาชีพหนึ่งที่สร้างรายได้ให้แก่นักกีฬาอาชีพ บุคลากรกีฬาอาชีพ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับกีฬาอาชีพ (National Reform Steering Assembly, 2015: Online) การแข่งขันตะกร้อาชีพในประเทศไทย มีชื่อว่า “ตะกร้อไทยแลนด์ลีก” การจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพเป็นที่รู้จักและนิยมของแฟนกีฬา แต่การจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพยังไม่สามารถพัฒนาให้เป็นลีกกีฬาอาชีพที่มีประสบความสำเร็จและมีมูลค่าเพิ่มได้ เนื่องจาก ยังมีประเด็นที่ต้องพัฒนา โดยเฉพาะ “ด้านการสร้างมูลค่าและรายได้” ที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมในระบบการจัดการกีฬาอาชีพของสโมสรตะกร้ออาชีพ

ความยั่งยืนของการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพจึงจำเป็นจะต้องมีกระบวนการช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แนวทางการพัฒนา จนทำให้ตะกร้ออาชีพมีมูลค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้น การสร้างมูลค่าเพิ่มทำให้เกิดความได้เปรียบทางการแข่งขัน ดึงดูดความสนใจสาธารณะ และเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการพัฒนาต่อยอดสินค้าหรือบริการที่มีอยู่ให้มีมูลค่าที่เพิ่มสูงมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาและต่อยอดให้กับธุรกิจ เรียกว่า การพัฒนามูลค่าเพิ่มสินค้าหรือบริการ (Department of Business Development, 2017: Online) สำหรับประเทศไทย ตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพจะเป็นแนวทางให้กับผู้มีส่วนได้เสียกับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ ในการวางแผนงานโครงการหรือกิจกรรมให้ตอบสนองต่อความต้องการของแฟนกีฬา ผู้สนับสนุน และผู้มีส่วนได้เสีย การพัฒนาการแข่งขันกีฬาตะกร้ออาชีพในประเทศไทยจำเป็นต้องมีแผนการจัดการเชิงกลยุทธ์ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับการจัดการแข่งขันกีฬาตะกร้ออาชีพ โดยต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบที่สำคัญต่อความสำเร็จ อาทิเช่น บุคลากรที่มีคุณภาพช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมกีฬา (Li, 2013: Online) การส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมกีฬา ก่อให้เกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจการกีฬาและสังคม (Downward, Dawson, and Dejonghe, 2009) และสิ่งอำนวยความสะดวกเป็นกลยุทธ์ทางที่สำคัญของสโมสรกีฬาอาชีพ (Sandy, Sloane, and Rosentraub, 2004: Online) เมื่อการจัดการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพบรรลุเป้าหมาย ถึงการมีคุณภาพและมาตรฐานการจัดการแข่งขันลีกตะกร้ออาชีพในระดับที่สากลยอมรับแล้ว จะทำให้เกิดการหมุนเวียนทางด้านเศรษฐกิจในวงกว้าง เกิดการจ้างงาน และกระตุ้นการใช้จ่ายของประชาชนอันเกิดจากการแข่งขันกีฬา (Robert and Matheson, 2016) จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า การสร้างมูลค่าเพิ่มจะส่งเสริมให้ลีกตะกร้ออาชีพและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดสามารถต่อยอดการเพิ่มมูลค่าและสร้างคุณค่า ที่จะก่อให้เกิดรายได้เพื่อความยั่งยืนและมั่นคง แต่ยังไม่มีการศึกษาด้วยกระบวนการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงปัจจัยหรือตัวแปรเชิงกลยุทธ์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย รวมถึงตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทยควรจะเป็นเช่นไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากรอบตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย โดยการวิจัยเอกสาร สัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของการกระจายค่ามิติสัมพันธ์แบบฉันทามติ

2. เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

3. เพื่อสังเคราะห์ตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

สมมุติฐานในการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบเพื่อยืนยันกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามโดยการวิเคราะห์สมการโครงสร้างก่อนจะสังเคราะห์เป็นโมเดลต้นแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย โดยปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มประกอบด้วย กีฬาตะกร้อ (สมมติฐานที่ 1) บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร (สมมติฐานที่ 2) การมีส่วนร่วม (สมมติฐานที่ 3) การสร้างความสัมพันธ์ (สมมติฐานที่ 4) สิ่งอำนวยความสะดวก (สมมติฐานที่ 5) การพัฒนาความสามารถ (สมมติฐานที่ 6) การสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา (สมมติฐานที่ 7) และการออกแบบของลีกกีฬาอาชีพ (สมมติฐานที่ 8) และ ปัจจัยสาเหตุมีอิทธิพลทางตรงต่อความยั่งยืน ประกอบด้วย การสร้างมูลค่าเพิ่ม (สมมติฐานที่ 9)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2564 งานวิจัยและพัฒนา ที่มีลักษณะแบบผสมผสานวิธี ซึ่งใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบพหุวิธี โดยการศึกษาจากเอกสาร การสอบถาม และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เมื่อสิ้นสุดการวิจัยแล้วจะได้ตัวแบบเชิงกลยุทธ์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ผ่านการสร้างสรรค์

กลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ มีการกำหนดกลุ่มประชากรที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ คือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย โดยประชากรในงานวิจัยนี้ แบ่งได้ 3 กลุ่ม ตามขั้นตอนการวิจัย

กลุ่มที่ 1 สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับ 1) การจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย จำนวน 2 คน 2) การจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ จำนวน 3 คน 3) ผู้บริหารสโมสรตะกร้ออาชีพ จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) กลุ่มที่ 2 สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับตะกร้ออาชีพ ประกอบด้วย 1) ผู้บริหารสโมสร 2) ผู้ฝึกสอน 3) นักกีฬา 4) เจ้าหน้าที่ผู้บริหารสโมสร 5) แฟนคลับ และ 6) ผู้ติดตามชมรายการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพ “ตะกร้อไทยแลนด์ลีก” โดยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยแทนค่าในสูตร $n=(1.96)^2/4(0.05)^2=384.16=384$ ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ 385 คน และ

กลุ่มที่ 3 สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) คณะกรรมการฝ่ายการจัดการแข่งขันตะกร้อไทยแลนด์ลีก จำนวน 3 คน 2) คณะกรรมการฝ่ายบริหารสมาคมกีฬาตะกร้อแห่งประเทศไทย จำนวน 2 คน 3) ผู้ให้การสนับสนุนการจัดการแข่งขันตะกร้อไทยแลนด์ลีกปี 2563 จำนวน 2 คน 4) ผู้บริหารทีมที่เข้าร่วมการแข่งขันตะกร้อไทยแลนด์ลีกปี 2563 จำนวน 8 คน 5) ผู้ทรงคุณวุฒิ/นักวิชาการกีฬาตะกร้อ ได้แก่ ผู้ฝึกสอนตะกร้อทีมชาติชายและผู้ฝึกสอนตะกร้อทีมชาติหญิง จำนวน 2 คน 6) นักวิชาการด้านการจัดการกีฬา/การจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ จำนวน 2 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย และพัฒนาเป็นกรอบตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ฯ จากนั้นจึงสกัดตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ฯ มาออกแบบสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และแบบสอบถาม

2. นำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นจากกรอบแนวคิดการวิจัยมาทำการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการหาค่าความตรง (Validity) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ดังต่อไปนี้ 1) การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข IOC (Item Objective Congruence) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผู้ซึ่งมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการวิจัย ทำการประเมินข้อคำถาม จากการตรวจสอบความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ ระหว่างเนื้อหาในแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของทั้งแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์เท่ากับ 1 พบว่าทุกข้อคำถามมีค่า 1 และ 2) การตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับตะกร้ออาชีพ จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความเชื่อมั่น พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.94 ซึ่งถือว่าเป็นมาตรวัดค่าความเชื่อถือได้ที่สูง

3. การศึกษาตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันลีกกีฬาตะกร้ออาชีพ ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

4. การวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ฯ โดยการวิจัยเชิงปริมาณ มีการเก็บข้อมูลโดยการนำแบบสอบถามชุดเดียวกันกับที่สร้างขึ้นไปทำให้เป็นแบบสอบถามออนไลน์ โดยใช้เวลาเก็บข้อมูลในการส่งแบบสอบถามออนไลน์ประมาณ 1 เดือน รวมทั้งหมด 385 คน

5. การสังเคราะห์ตัวแบบเชิงกลยุทธ์ฯ โดยการสังเคราะกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันลีกตะกร้ออาชีพในประเทศไทยด้วยวิธี TOWS Matrix ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

6. การสรุปผลการวิจัย โดยสรุปผลการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะแนวทางการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลจากการพัฒนากรอบตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis) โดยเป็นการบรรยายความข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ และการศึกษาข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ จากนั้น ผู้วิจัยจึงทำตารางสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบการกระจายค่ามิติสัมพันธ์แบบฉันทามติของความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลหลัก

2. ข้อมูลจากการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ฯโดยการวิจัยเชิงปริมาณ มีการจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณ ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความถี่ ร้อยละ 2) การวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลลัพธ์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลลัพธ์ และความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Model Fit) โดยนำเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่มีคุณสมบัติตามการพิจารณาและผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง โดยใช้โปรแกรม LISREL โดยพิจารณาจากค่า **X**2 ค่า **X**2/df ค่า CFI ค่า GFI ค่า AGFI และค่า RMSEA เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างโมเดลเชิงสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3. ข้อมูลจากการสังเคราะห์ตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยการสังเคราะกลยุทธ์ด้วยวิธี TOWS Matrix การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ใช้เทคนิควิธี การวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนากรอบตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

จากผลการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพด้วยคำถามกึ่งโครงสร้างแบบปลายเปิดสรุปผลที่ได้ดังนี้

1. ความหมายการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ให้ความหมายการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ สรุปได้ว่า ความสามารถของบุคลากรและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพและการสร้างคุณค่า ให้ความสำคัญกับมุมมองของกลุ่มแฟนกีฬาเป็นหลัก การสร้างมูลค่าเพิ่มต้องเน้นคุณค่าที่มอบให้แฟนกีฬา และคุณภาพในการจัดการแข่งขันลีกตะกร้ออาชีพ มูลค่าเพิ่มที่ได้จะส่งผลต่อการรับรู้ของแฟนกีฬาและมีส่วนได้เสียที่สูงขึ้น ซึ่งนำไปสู่ความมั่นใจในการตัดสินใจสนับสนุนต่อลีกตะกร้ออาชีพต่อไป

2. การสร้างมูลค่าเพิ่มมีความสำคัญต่อการดำเนินการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

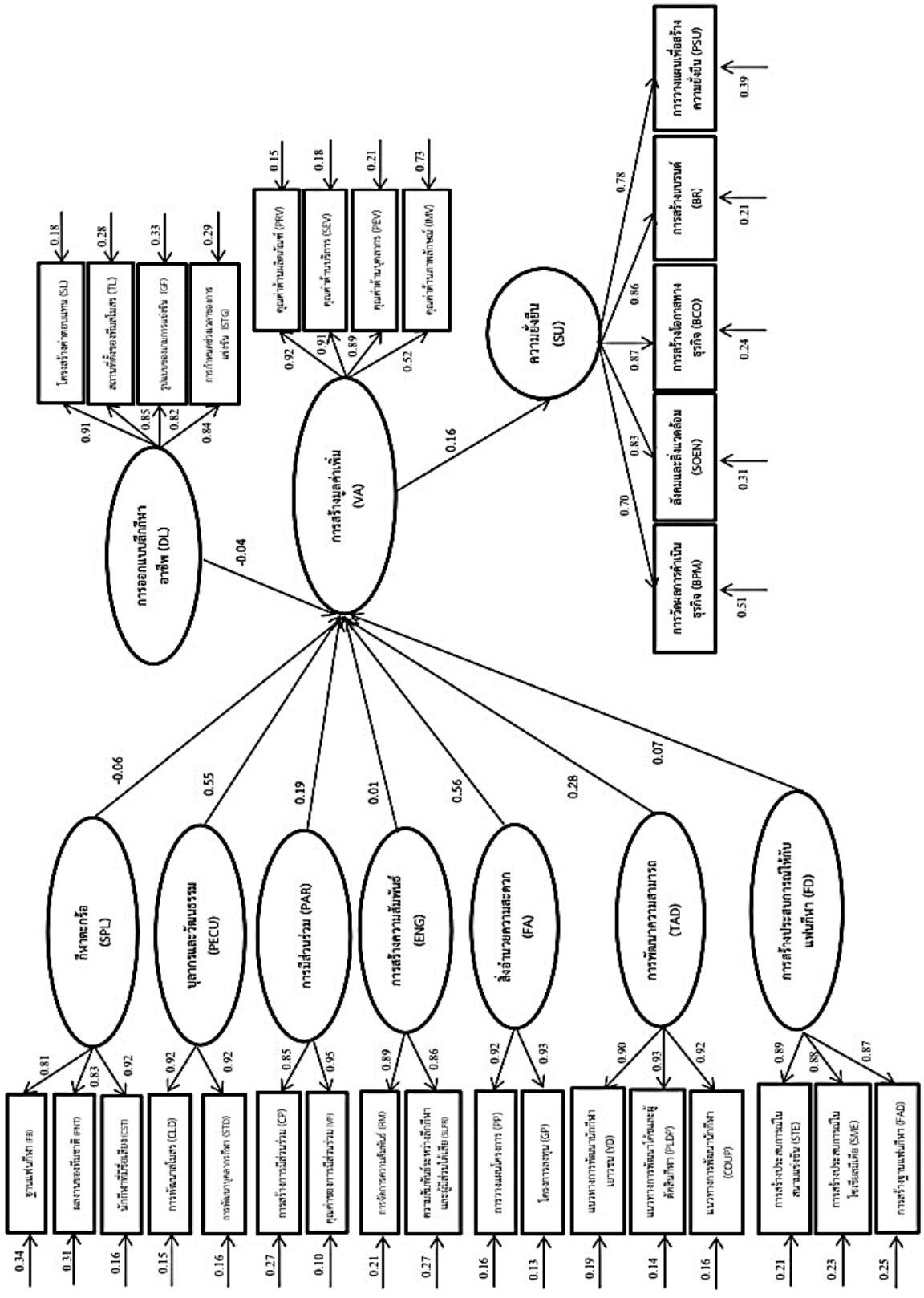
การนำแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มมาประยุกต์ใช้ในการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของแฟนกีฬา สร้างประสบการณ์ใหม่ สร้างความเชื่อมั่นและความไว้วางใจ สร้างความแตกต่าง ความได้เปรียบในการแข่งขัน เพื่อทำให้เกิดการยอมรับของแฟนกีฬาและผู้มีส่วนได้เสีย

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลทั้งหมดมีความเห็นว่าปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพประกอบไปด้วย ปัจจัยหลัก 8 ปัจจัย ได้แก่ 1) กีฬาตะกร้อ เป็นองค์ประกอบจำเป็นที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมูลค่าเพิ่ม 2) การออกแบบของลีกกีฬาอาชีพ เป็นเรื่องที่มีความจำเป็นต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม ทั้งนี้ เนื่องจากการกำหนดรูปแบบการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพอย่างมีหลักเกณฑ์และมีประสิทธิภาพ นำไปสู่

กระบวนการบริหารจัดการกีฬาอาชีพอย่างมืออาชีพ 3) การมีส่วนร่วม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก โดยให้เหตุผลว่าการมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการส่งเสริมความสัมพันธ์ที่เข้มแข็งกับผู้มีส่วนได้เสียอย่างเป็นระบบ 4) การสร้างความสัมพันธ์ การจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับเรื่องของกระบวนการสร้างความร่วมมือเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีอย่างยั่งยืน 5) การสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา เป็นองค์ประกอบที่มีความจำเป็นต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม เนื่องจากเป็นการสร้างการรับรู้ให้กับภาพลักษณ์และตราสินค้าของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ 6) การพัฒนาความสามารถ เป็นองค์ประกอบสำคัญและมีความจำเป็นต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม เพื่อให้บุคลากรได้มีความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคลากรจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ 7) สิ่งอำนวยความสะดวก และ 8) บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร เป็นองค์ประกอบสำคัญและมีความจำเป็น อีกทั้งจากผลการกระจายค่ามิติสัมพันธ์แบบฉันทามติตามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลหลักสามารถนำมากำหนดเป็นตัวชี้วัดย่อยหรือองค์ประกอบรองของปัจจัยหลักทั้ง 8 ปัจจัยได้อีก 21 ปัจจัย ได้แก่ 1) แฟนกีฬา 2) ผลงานของทีมชาติ 3) นักกีฬาที่มีชื่อเสียง 4) โครงสร้างค่าตอบแทน 5) สถานที่ตั้งของทีมสโมสร 6) รูปแบบของเกมการแข่งขัน 7) การกำหนดช่วงเวลาของการแข่งขัน 8) การสร้างการมีส่วนร่วม 9) คุณค่าของการมีส่วนร่วม 10) การจัดการความสัมพันธ์ 11) ความสัมพันธ์ระหว่างลีกกีฬาและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 12) ประสบการณ์ในสนาม 13) ประสบการณ์ในโซเชียลมีเดีย 14) สร้างฐานแฟนกีฬา 15) การพัฒนานักกีฬารุ่นเยาวชน 16) แนวทางการพัฒนานักกีฬา 17) แนวทางการพัฒนาโค้ชและผู้ตัดสินใจ 18) การวางแผนโครงการ 19) โครงการลงทุน 20) การพัฒนาสโมสร และ 21) การพัฒนาบุคลากรกีฬา

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย

จากข้อมูลแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์สัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย ด้วยวิธีทางสถิติและการหาสหสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม LISREL เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง พบว่า โมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดีหรือโมเดลมีความเที่ยงตรงสูง พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (χ^2) เท่ากับ 310.64 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.08 (p-value เท่ากับ 0.08) ค่าค่าไค-สแควร์ (χ^2 / df) เท่ากับ 1.12 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 1.00 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.95 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.92 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.02 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกค่า จึงสรุปได้ว่าโมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์



รูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย (หลังปรับโมเดล)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ SWOT

S จุดแข็งภายใน	**W จุดอ่อนภายใน**
S1 ความมุ่งมั่นและตั้งใจของสมาคมกีฬาและผู้มีส่วนได้เสียสำคัญของการจัดการแข่งขัน S2 มีศักยภาพในการสร้างเป็นผู้นำการจัดการแข่งขันลีกกีฬาตะกร้อระดับนานาชาติ S3 มีเครือข่ายของอุตสาหกรรมกีฬาและความร่วมมือจากหลายภาคส่วน S4 ตระหนักและให้ความสำคัญกับการต่อยอดนวัตกรรมการจัดการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพ S5 บุคลากรกีฬามีความพร้อม มีความสามารถในการปรับตัว และการเรียนรู้	W1 การพัฒนาบุคลากร ยังขาดความเชี่ยวชาญเชิงลึก ทั้งความรู้ในเรื่องการบริหารจัดการและอุตสาหกรรมกีฬา W2 ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ยังไม่สามารถสนับสนุนการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย W3 การบริหารจัดการองค์ความรู้ภายในลีกกีฬาอาชีพยังมีน้อย W4 การทำงานแบบบูรณาการการทำงานร่วมกันยังไม่เพียงพอ W5 ความรู้ความเข้าใจและทัศนคติของบุคลากรกีฬาด้านการสร้างมูลค่าเพิ่ม
O โอกาสภายนอก	**T อุปสรรคภายนอก**
O1 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้ความสำคัญกับกิจกรรมการสร้างมูลค่าเพิ่มที่ก่อให้เกิดคุณค่า O2 การสร้างพันธมิตรและความร่วมมือเพื่อการพัฒนาการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ อย่างเป็นระบบ O3 สภาพแวดล้อม แนวโน้มและสภาพแวดล้อมทางการตลาด ที่เปลี่ยนแปลงและเอื้อต่อการดำเนินการจัดการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพมากขึ้น O4 เทคโนโลยีสานสนเทศที่ก้าวหน้าทำให้การจัดการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพสามารถใกล้ชิดกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและกลุ่มผู้บริโภคในวงกว้างได้มากขึ้น O5 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความตระหนักต่อประเด็นทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมมากขึ้น	T1 ความไม่แน่นอนทางการเมืองและสภาวการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อนโยบายการพัฒนาลีกกีฬาอาชีพไม่ต่อเนื่อง T2 ระบบงบประมาณจากภาครัฐไม่เอื้อต่อการสนับสนุน พัฒนาลีกกีฬาอาชีพ และไม่ต่อเนื่อง T3 การผลักดันร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาศักยภาพการจัดการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพ ไม่ต่อเนื่องและไม่มีประสิทธิภาพ T4 การชะลอตัวของเศรษฐกิจโลกและเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงเร็ว

เมื่อพิจารณาโมเดลโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย พบว่า ตัวแปรสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร การมีส่วนร่วม สิ่งอำนวยความสะดวก และ การพัฒนาความสามารถ มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ 0.55, 0.19, 0.56 และ 0.28 ตามลำดับ แต่ตัวแปรสาเหตุที่ไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ กีฬาตะกร้อ การสร้างความสัมพันธ์ การสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา และการออกแบบของลีกกีฬาอาชีพ มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ -0.06, 0.01, 0.07 และ -0.04 ตามลำดับ ยังพบว่า ตัวแปรสาเหตุมีอิทธิพลทางตรงต่อความยั่งยืน คือ การสร้างมูลค่าเพิ่ม มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลเท่ากับ 0.16

ข้อมูลที่ได้จากเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณมาทำการวิเคราะห์แบบ SWOT Analysisโดยพิจารณาจากจุดแข็ง-จุดอ่อนของลีกตะกร้ออาชีพ โอกาส-อุปสรรคที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้ เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณมาทำการวิเคราะห์แบบ TOWS Matrix โดยพิจารณาจากจุดแข็ง-จุดอ่อนของลีกตะกร้ออาชีพ โอกาส-อุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อสังเคราะห์ตัวแบบเชิงกลยุทธ์และทำให้เราสามารถกำหนดกลยุทธ์เชิงรุกของการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับตะกร้ออาชีพ คือ 1) บูรณาการจัดทำแผนการยกระดับขีดความสามารถในการพัฒนาการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ 2) สร้างเครือข่ายความร่วมมือที่เข้มแข็งต่อการมีส่วนร่วม 3) พัฒนาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณค่าทางเศรษฐกิจของลีกกีฬาตะกร้ออาชีพ 4) พัฒนากิจกรรมการสร้างมูลค่าเพิ่ม ที่มุ่งสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา 5) การยกระดับนวัตกรรมการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพและผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่าเพิ่ม 6) การพัฒนาระบบการบริหารจัดการนักกีฬาอาชีพ และกลยุทธ์เชิงรับ คือ 1) เชื่อมโยงข้อมูลด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการมีส่วนร่วม 2) พัฒนาบุคลากรบุคลากรทั่วทั้งองค์กร 3) การพัฒนาระบบที่สามารถประเมินมูลค่าและผลกระทบเชิงคุณค่า 4) มีการบริหารจัดการองค์ความรู้ 5) พัฒนาระบบการออกแบบลีกกีฬาอาชีพ 6) พัฒนาระบบการวางแผนและการบริหารจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก ในส่วนกลยุทธ์เชิงแก้ไข คือ 1) พัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศกิจกรรมด้านการสร้างมูลค่าเพิ่ม 2) สร้างและพัฒนาสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อโครงการหรือกิจกรรมด้านการสร้างมูลค่าเพิ่ม 3) เพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามประเมินผล 4) การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการและการปฏิบัติการ ที่สร้างความพึงพอใจให้กับแฟนกีฬา 5) การวิเคราะห์กิจกรรมการสร้างมูลค่าเพิ่มและความมีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการด้านการเงินให้เกิดกำไรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกลยุทธ์เชิงป้องกัน คือ 1) การเพิ่มศักยภาพของบุคลากรกีฬาให้มีภาวะความเป็นผู้นำในการสร้างสรรค์คุณค่า 2) ส่งเสริมให้สโมสรกีฬาและผู้บริหารองค์กรกีฬาเป็นผู้ลงมือสร้างกลยุทธ์และระบบการสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยตนเอง 3) เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจด้านการพัฒนานวัตกรรมที่เน้นต่อยอดในกิจกรรมด้านการสร้างมูลค่าเพิ่ม 4) เพิ่มศักยภาพของสโมสรกีฬาในการสร้างการมีส่วนร่วมและการสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา 5) แนวทางการพัฒนาความสามารถบุคลากรกีฬา

อภิปรายผล

ผลการศึกษาการพัฒนาต้นแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย สามารถบรรลุวัตถุประสงค์การวิจัยทั้ง 3 ข้อ และก่อให้เกิดความเข้าใจถึงปัจจัยเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้น การนำแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มมาประยุกต์ใช้ในการจัดการแข่งขันและการบริหารจัดการลีกตะกร้ออาชีพควรเริ่มต้นจากผู้ที่เกี่ยวข้องและมีบทบาทสำคัญในการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพสามารถให้ความหมายของการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพที่ชัดเจน เพื่อเป็นกรอบทิศทางการดำเนินงานและสร้างความเข้าใจที่ตรงกันก่อนแล้วค่อยต่อขยายไปสู่ภายนอก เนื่องจากการดำเนินการสร้างมูลค่าเพิ่มเกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้เสียทั้งภายในและภายนอกของการบริหารจัดการลีกกีฬาอาชีพ

กรณีความหมายการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทยที่ผู้วิจัยสรุปและตีความได้จากการสัมภาษณ์ว่า “ความสามารถของบุคลากรและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพและการสร้างคุณค่าที่ ให้ความสำคัญกับมุมมองของกลุ่มแฟนกีฬาเป็นหลัก” โดยมีเป้าหมายสำคัญ คือ คุณค่าที่มอบให้แฟนกีฬาอันเกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของแฟนกีฬา โดยคุณค่าด้านบริการ เป็นคุณค่าที่มอบให้ลูกค้าอันเกิดจากคุณภาพในการให้บริการ ในส่วนคุณค่าด้านบุคลากร เป็นคุณค่าที่มอบให้แฟนกีฬาและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันเกิดจากคุณภาพของบุคลากรของสมาคมกีฬาฯ และผู้จัดการแข่งขัน และคุณค่าด้านภาพลักษณ์ เป็นคุณค่าด้านความรู้สึกนึกคิดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หรือบริการ (Dranove and Marciano, 2005) อีกทั้ง การสร้างมูลค่าเพิ่มมีความสำคัญเป็นการยกระดับการจัดการลีกตะกร้ออาชีพ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับลีกตะกร้ออาชีพจึงต้องพิจารณาและให้ความสนใจกับกิจกรรมการสร้างคุณค่าเพื่อส่งเสริมให้เกิดมูลค่าเพิ่มอย่างครอบคลุมซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจของแฟนกีฬา (Brenes, Mena, and Molina, 2008) และจำเป็นต้องเสนอคุณประโยชน์ให้กับกลุ่มผู้ชมหรือแฟนกีฬา ให้สามารถรับรู้ได้ถึงคุณประโยชน์และประสบการณ์ที่ได้รับจากการมีส่วนร่วม (Kongsompong, 2014: Online)

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในการวิจัยครั้งนี้ ยืนยันให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตกับตัวแปรแฝง มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าตัวแปรที่สังเกตทั้งหมด มีความเหมาะสม

สมมติฐานที่ 1 ผลการศึกษา พบว่า ลักษณะของกีฬาตะกร้อไม่ส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าลักษณะของกีฬาตะกร้อ ไม่ได้ทำให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ ปัจจัยด้านลักษณะของกีฬาตะกร้อไม่ได้แสดงถึงคุณภาพของการจัดการแข่งขันลีกกีฬาตะกร้ออาชีพ โดยผลการศึกษาดังกล่าวขัดแย้งกับงานวิจัยของ Sanjeev and Ankur (2017) สนับสนุนว่า ผลงานของทีมชาติหรือดาราระดับชาติเป็นปัจจัยที่ดึงดูดแฟน ๆ ให้เข้ามาในลีกกีฬาอาชีพมากยิ่งขึ้น ถึงแม้ผลงานของนักกีฬาตะกร้อทีมชาติสามารถสร้างกระแสความสนใจก็ตาม แต่ไม่สามารถสร้างแรงจูงใจให้สังคมและประชาชนเกิดการยอมรับต่อคุณค่าที่เกิดจากการมีส่วนร่วมในการรับชมและเชียร์ในลีกกีฬาตะกร้ออาชีพมากยิ่งขึ้นได้ เพราะฉะนั้นการดึงลักษณะของกีฬาตะกร้อที่มีมูลค่าและคุณค่า บูรณการกับกระบวนการประสานความร่วมมือให้เกิดขึ้นในกลุ่มแฟนกีฬาและบุคลากรกีฬา สร้างตราสินค้าของลีกตะกร้ออาชีพให้เข้มแข็ง และพยายามดึงดูดการมีส่วนร่วม ช่วยเพิ่มโอกาสที่จะประสบความสำเร็จสำหรับการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพยิ่งขึ้น (Suvannajata, 2003)

สมมติฐานที่ 2 ผลการศึกษา พบว่า บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กรส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม เนื่องจากการสร้างมูลค่าเพิ่มจำเป็นต้องมีกระบวนการจัดการดำเนินงานที่เป็นระบบ เพื่อใช้ทรัพยากรต่างๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สอดคล้องกับผลการวิจัยเชิงคุณภาพพบว่า องค์กรกีฬาและสโมสรกีฬาอาชีพสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้เกิดความสำเร็จและวัฒนธรรมเชิงบวกทั้งในและนอกองค์กรหรือสนามได้ การปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพซึ่งใช้ประโยชน์สูงสุดจากบุคลากรกีฬาและอาสาสมัคร เพื่อสนับสนุนผู้เล่นและโค้ชในสนาม (Unlua, Serarslan, Yamaner, and Sahin, 2012: Online) คุณภาพของบุคลากรด้านการจัดการและการบริหารสามารถสร้างความร่วมมือกันในการพัฒนาอุตสาหกรรมกีฬา (Li, 2013: Online) ประสิทธิภาพในการกำกับดูแลลีกกีฬา เพื่อดึงดูดการมีส่วนร่วมในการพัฒนากีฬาอย่างมีประสิทธิภาพ (Zimmermann and Klein, 2018: Online) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การระดมสมองโดยสร้างการมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการคิด ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มและสร้างการยอมรับจากแฟนกีฬาได้ (Relvas, Littilewood, Nesti, Gilbourne, and Richardson, 2010: Online)

สมมติฐานที่ 3 ผลการศึกษา พบว่า การมีส่วนร่วมส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม สอดคล้องกับการวิจัยเชิงคุณภาพ ที่พบว่า แฟนกีฬามีแรงบันดาลใจและอยากมีส่วนร่วมที่จะติดตามและพร้อมสนับสนุนทีมสโมสรที่ชื่นชอบ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างมูลค่าเพิ่ม ในงานวิจัยนี้พบว่า การสร้างคุณค่าให้กับแฟนกีฬา เป็นปัจจัยสำคัญที่จะสร้างมูลค่าเพิ่ม เพราะทำให้เกิดความสนใจและการยอมรับของแฟนกีฬาและชุมชน ความสนใจเหล่านี้สามารถพัฒนากลายเป็นแฟนคลับได้ (Pomfret and Wilson, 2011: Online) ดังนั้น กิจกรรมกีฬาที่เกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมก่อให้เกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจการกีฬาและสังคม (Downward et al., 2009) ลีกตะกร้ออาชีพจำเป็นต้องเชื่อมโยงกิจกรรมที่จัดขึ้น จะเกิดประสิทธิภาพมาก เพราะข้อมูลและข่าวสารในกิจกรรมต่างๆ ที่ลีกกีฬาอาชีพได้ทำสามารถเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายหรือผู้มีส่วนได้เสียสำคัญได้ และยังได้รับการสนับสนุนที่ดี หากมีการขายสินค้าและบริการ โดยมีการจัดการรายได้ ที่แบ่งรายได้บางส่วนเพื่อดำเนินการจัดกิจกรรมที่สร้างคุณค่า (Kelley and Harrolle, 2014: Online)

สมมติฐานที่ 4 ผลการศึกษา พบว่า การสร้างความสัมพันธ์ไม่ส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ ยังจำเป็นต้องอาศัยบทบาทของกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีของผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่าการสร้างความสัมพันธ์ ได้เพิ่มโอกาสที่ดีใหม่ ๆ เพราะเป็นวิธีการที่ส่งเสริมสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดความร่วมมือที่ดี โดยการสร้างความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดคุณค่าช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพทางการเงินและสถานะทางการตลาดของการดำเนินงานนั้นๆได้ (Porter and Kramer, 2011) ลีกตะกร้ออาชีพสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่นำไปสู่ความสำเร็จได้ แต่ต้องอาศัยกลยุทธ์การสื่อสารที่ดี อีกทั้งต้องมีกระบวนการประเมินและปรับปรุงกระบวนการด้วย (Nicholson, 2007)

สมมติฐานที่ 5 ผลการศึกษา พบว่า สิ่งอำนวยความสะดวกส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจาก สิ่งอำนวยความสะดวกของแต่ละสโมสร คือ พื้นที่ที่นำเสนอการแข่งขันในบ้าน ในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การบริหารจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการสินทรัพย์ สามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพหรือเพิ่มประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มและโอกาสทางธุรกิจ รวมถึงการพิจารณาถึงประโยชน์และต้นทุนของสิ่งอำนวยความสะดวกถูกใช้เป็นเครื่องมือและกลยุทธ์ทางการเงินของสโมสรกีฬาอาชีพ (Sandy et al., 2004: Online) ในงานวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า การวิเคราะห์และจัดการทรัพยากรขององค์กรมีความสำคัญ เพราะเป็นตัวชี้วัดสามารถสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน รวมถึงการให้ความสำคัญกับขั้นตอนการวางแผนด้านสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น เช่น การวิเคราะห์โครงการ ความเป็นไปได้ของการดำเนินงาน การออกแบบและการพัฒนาแผนหลักและกรอบการดำเนินงานตามโครงการลงทุน (Peeters and Szymanski, 2014: Online) ดังนั้น สิ่งอำนวยความสะดวกทางกีฬา เป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ

สมมติฐานที่ 6 ผลการศึกษา พบว่า การพัฒนาความสามารถส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญ บุคลากรถือว่าเป็นทรัพยากรที่สำคัญ ที่จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะและความสามารถต่อการดำเนินงาน ความสามารถของบุคลากรเป็นแรงขับเคลื่อนในการเพิ่มมูลค่าและการพัฒนาการจัดการแข่งขันลีกตะกร้ออาชีพให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งต้องมีระบบหรือรูปแบบการพัฒนาความสามารถที่ดี (Sandy et al., 2004: Online) การพัฒนาศักยภาพบุคลากรกีฬาอย่างเป็นระบบ ต้องมีความเชื่อมโยงในด้านความรู้ ความเชี่ยวชาญความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ การคัดเลือกผู้มีความสามารถ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งสำหรับความสำเร็จในการบริหารจัดการกีฬาอาชีพและองค์กรกีฬา อีกทั้งความสามารถระดับแนวหน้า เช่น ผู้เล่นที่มีทักษะระดับสูง กลายเป็นตัวขับเคลื่อนความสำเร็จที่แข็งแกร่งสำหรับลีก (Sanjeev and Ankur, 2017) ยิ่งไปกว่านั้น การจัดการลีกกีฬาอาชีพ จำเป็นต้องมีระบบการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรทางการกีฬาให้ครอบคลุม เช่น การพัฒนาผู้ฝึกสอน ผู้ตัดสินให้มีมาตรฐาน ดังนั้น การพัฒนาความสามารถเป็นการให้โอกาสที่ดีที่สุดสำหรับบุคลากรกีฬา มุ่งเน้นไปที่กระบวนการฝึกอบรมสำหรับบุคลากรกีฬา ที่มีศักยภาพเพื่อให้พวกเขาบรรลุเป้าหมาย ระดับประสิทธิภาพสูงสุด (Williams and Reilly, 2000: Online)

สมมติฐานที่ 7 ผลการศึกษา พบว่า การสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬาไม่ส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นไปได้ว่าการสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬาเป็นกิจกรรมสำคัญ ที่ผู้ดำเนินการจัดการแข่งขันและผู้มีส่วนได้เสียต้องคำนึงถึงอันดับแรก กิจกรรมเหล่านี้ช่วยสร้างกระแสและรักษาความสนใจให้เกมการแข่งขันและลีกกีฬาอาชีพมีสีสันมากขึ้น การนำเทคโนโลยีมาสร้างเครือข่ายความร่วมมือหรือใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของแฟนคลับและชุมชนได้ (Wegmeyer, DeMoranville, and Judson, 2015: Online) กระบวนการสร้างฐานแฟนกีฬาต้องคำนึงโดยอยู่บนพื้นฐานของการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์สำหรับการเลือกใช้แพลตฟอร์มในการสื่อสารและสร้างประสบการณ์ (Hagiu, 2014) ดังนั้นแนวทางการสร้างประสบการณ์ให้กับแฟนกีฬา ที่จะนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มได้ จำเป็นต้องประยุกต์ใช้กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างประสบการณ์ของแฟนกีฬาบนพื้นฐานกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วม โดยกิจกรรมที่จัดขึ้น ควรก่อให้เกิดคุณค่าหรือประโยชน์ต่อสโมสรกีฬา ชุมชนและท้องถิ่นได้

สมมติฐานที่ 8 ผลการศึกษา พบว่า การออกแบบของลีกกีฬาอาชีพไม่ส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญ เป็นไปได้ว่า การกำหนดรูปแบบการจัดการแข่งขันกีฬาตะกร้ออาชีพ มีการกำหนดขั้นตอนและระเบียบการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพอย่างมีหลักเกณฑ์ และมีรูปแบบการบริหารที่ดีเหมาะสม ซึ่งทำให้การออกแบบลีกกีฬาอาชีพ โดยเฉพาะในประเด็นด้านโครงสร้างค่าตอบแทน สถานที่ตั้งของทีมสโมสร รูปแบบของเกมการแข่งขัน รวมถึงการกำหนดช่วงเวลาของการแข่งขัน ไม่ได้ส่งผลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ ผลจากข้อค้นพบของวิจัยนี้พบว่า แฟนกีฬามักจะชื่นชม ความแปลกใหม่ในรูปแบบเกม นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยส่งผลดีมากต่อการสร้างกระแส มากกว่าการเปลี่ยนแปลงกฎ เพราะการเปลี่ยนแปลงกฎทำให้ผู้คนเข้าใจและติดตามเกมได้ยาก ทำให้เกิดความสับสน (Dirk, 2008: Online) ดังนั้น บทบาทของความสมดุลในการแข่งขันและองค์ประกอบการออกแบบลีกกีฬาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ รวมถึง การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของเกมการแข่งขันควรมีเป้าหมายเพื่อส่งมอบการแข่งขันที่น่าสนใจและท้าทายจากมุมมองของผู้เล่น (Huth, 2018: Online)

สมมติฐานที่ 9 ผลการศึกษา พบว่า การสร้างมูลค่าเพิ่มส่งผลกระทบทางตรงเชิงบวกต่อความยั่งยืนอย่างนัยสำคัญ เนื่องจาก ความยั่งยืนนั้นจะเกี่ยวข้องกับการเติบโตของมูลค่าและคุณค่าในประเด็น และความยั่งยืนของการดำเนินงานนั้นมาจากการมุ่งเน้นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล สอดคล้องกับ ข้อค้นพบในงานวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า การจัดการกีฬาตะกร้ออาชีพควรคำนึงถึงกระบวนการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่หลากหลายและรูปแบบการบริการใหม่ๆ เพื่อเพิ่มช่องทางสร้างรายได้ เช่น มีรายได้จากค่าผ่านประตู ค่าลิขสิทธิ์ ค่าสปอนเซอร์ ค่าสินค้าของที่ระลึก ส่วนแบ่งจากการแข่งขัน เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่า ความสำเร็จด้านการพัฒนากีฬาให้เติบโตเป็นลีกกีฬาอาชีพ จะเป็นตัวขับเคลื่อนความสำเร็จทางการเงิน และความยั่งยืน (Rohde and Breuer, 2016: Online) การสร้างมูลค่าเพิ่มด้านผลิตภัณฑ์ ย่อมต้องคำนึงถึงคุณค่าที่มอบให้แฟนกีฬา ลีกกีฬาอาชีพเริ่มเปลี่ยนรูปแบบธุรกิจโดยให้ความสำคัญกับความต้องการของลูกค้า (KPMG, 2014: Online) และการมุ่งเน้นประเด็นการพัฒนาลีกกีฬาอาชีพในมิติเศรษฐกิจมากกว่าการแข่งขันกีฬา นอกจากนี้กีฬายังสร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจและผลประโยชน์ทางสังคมอีกด้วย (Gasquez and Royuela, 2016: Online) การวิจัยเชิงคุณภาพยังพบว่า การสร้างมูลค่าด้วยการเพิ่มคุณค่าด้านภาพลักษณ์ต้องอาศัยกระบวนการสื่อสาร เพื่อสร้างกระแสและกระตุ้นผู้ชมให้อยู่ในวงจรกีฬานั้นๆ ซึ่งรูปแบบการสื่อสารที่เหมาะสม ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับชมเกมกีฬา ทำให้รูปแบบของการสร้างรายได้ของสโมสรกีฬาก็เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้ง การใช้กิจกรรมกีฬาเพื่อการพัฒนาสังคม จะเกี่ยวข้องกับประเด็น การสร้างคุณค่าและการส่งมอบความผูกพันและความมุ่งมั่นอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งนำไปสู่ความยั่งยืนได้ (Schulenkorf, Sugden, and Burdsey, 2014: Online) เมื่อเกิดความภักดีต่อตราสินค้าของลีกกีฬาอาชีพ ผู้สนับสนุนก็พร้อมที่จะจ่ายเงินให้สโมสรกีฬาหรืองานกีฬาเพื่อโปรโมตผลิตภัณฑ์และบริการ และผู้สนับสนุนคาดหวังว่าจะได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนนี้ ผลการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมูลค่าเพิ่มในบริบทกิจกรรมกีฬา เกี่ยวข้องกับ การสร้างแบรนด์ ประสิทธิผลการสร้างเครือข่าย และการสร้างฐานแฟนคลับโดยใช้เทคโนโลยีสื่อใหม่และการใช้แพลตฟอร์มสื่อใหม่ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อบุคคลและสังคม (Dolles and Soderman, 2011: Online)

รูปที่ 2 โมเดลตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในมุมของผู้วิจัย

ซึ่งจากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงได้เสนอโมเดลตัวแบบเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพในประเทศไทย โดยเรียกตัวแบบเชิงกลยุทธ์ที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ว่า วงล้อแห่งการสร้างมูลค่า ซึ่งบูรณาการการสร้างมูลค่าเพิ่มเข้าไว้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ โดยการวิเคราะห์กิจกรรมสร้างมูลค่าเพิ่มในบริบทอุตสาหกรรมกีฬา เป็นกระบวนการสำคัญที่จะยกระดับให้กับการพัฒนาลีกกีฬาอาชีพ การสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงภาพลักษณ์ของการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ ด้วยการเน้นบริหารจัดการตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ที่สำคัญ ได้แก่ บุคลากรและวัฒนธรรมองค์กร การมีส่วนร่วม สิ่งอำนวยความสะดวก และ การพัฒนาความสามารถ เพื่อปรับเปลี่ยนภาพลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับแบรนด์การจัดการแข่งขันตะกร้ออาชีพ เพื่อการขยายโอกาส และสร้างการรับรู้ หรือการตลาดแบบบูรณาการ รวมถึงการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของท้องถิ่นและของประเทศ ซึ่งต้องมีลักษณะเป็นแนวทางการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพที่มีความโดดเด่นในด้านการบริหารจัดการกีฬาในด้านต่างๆ การสร้างมูลค่าเพิ่มที่คำนึงถึงหลักของคุณประโยชน์ที่จะได้รับด้วย โดยการทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มนั้น การสร้างมูลค่าเพิ่มต้องมุ่งเน้นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ (Emotional) และคุณประโยชน์ (Benefit) โดยกลุ่มผู้ชมหรือแฟนกีฬา สามารถรับรู้ได้ถึงคุณประโยชน์หรือคุณค่าในด้านการรับชมเกมการแข่งขันกีฬาแล้ว ยังได้รับคุณค่าในแง่ของความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการมีส่วนร่วมในเกมการแข่งขันกีฬาเฉพาะนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสำคัญกับการพัฒนาลีกตะกร้อ อาชีพ และลีกกีฬาอาชีพอื่นๆ ในประเทศไทย สามารถประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาจัดการแข่งขันลีกกีฬาอาชีพในอนาคตได้ รวมถึงต่อการศึกษาและวิชาการ สามารถนำผลการศึกษาไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้ เช่น เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาต่อยอดด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มของการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพ ในมิติและบริบทอื่นๆ หรือศึกษาความสามารถของผู้ดำเนินการจัดการแข่งขันกีฬาอาชีพต่อการนำโมเดลต้นแบบตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์การสร้างมูลค่าเพิ่มไปประยุกต์ใช้ รวมถึงจากผลการวิจัยนี้ ที่ผู้วิจัยได้ พบว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบเชิงกลยุทธ์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถส่งผลให้เกิดรูปแบบการหมุนเวียนของผลตอบทางด้านเศรษฐกิจในมิติใหม่ ๆ ได้ ดังนั้น ในอนาคตผู้วิจัยสามารถศึกษาผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจการกีฬาที่เกิดจากกิจกรรมการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มที่มีผลต่อการการบริหารจัดการลีกกีฬาอาชีพที่นำไปสู่ความยั่งยืนและประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิชาการที่ยังเป็นเรื่องใหม่และมีข้อมูลที่จำกัด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ให้ข้อมูลหลัก หรือผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Brenes, E., Mena, M., and Molina, G.E. (2008). Key success factors for strategy implementation in Latin American. *Journal of Business Research*, 61, 590-598.

Department of Business Development. (2017). *The importance of creating added value*. Value-added development guide. Retrieved October 18, 2019, from http://www.dbd.go.th/download/article/article_20161103115457.pdf.

Dirk, B. (2008). Introduction. In: Sports Leagues Scheduling. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, vol 603. *Springer, Berlin, Heidelberg*. Retrieved April 2, 2021, from https://doi.org/10.1007/978-3-540-75518-0 1

Downward, P., Dawson, A., and Dejonghe, T. (2009). *Sport economics. Theory, evidence and policy*. Elsevier, Oxford.

Dolles, H., and Soderman, S. (2011). *Learning from Success: Implementing a Professional Football League in Japan*. In: Dolles H., Soderman S. (eds) Sport as a Business. Palgrave Macmillan, London. Retrieved April 12, 2021, from https://doi.org/10.1057/9780230306639 13

Dranove, D., and Marciano, S. (2005). *Kellogg on Strategy: Concepts, Tools, and Frameworks for Practitioners*. John Wiley & Sons.

Gasquez, R., and Royuela, V. (2016). The Determinants of International Football Success: A Panel Data Analysis of the Elo Rating. *Social Science Quarterly*. 97. n/a-n/a. Retrieved April 1, 2021, from https://doi.org/10.1111/ssqu.12262.

Hagiu, A. (2014). Strategic decisions for multisided platforms. *MIT Sloan Management Review*, 55(2), 71.

Huth, C. (2018). League design and sporting challenge as factors in amateur golf players' satisfaction. *The German Journal of Exercise and Sport Research* 48, 69-78. Retrieved April 11, 2021, from https://doi.org/ 10.1007/s12662-017-0481-0

Kelley, K., and Harrolle, M. (2014). Estimating Consumer Spending on Tickets, Merchandise, and Food and Beverage: A Case Study of a NHL Team. *Journal of Sport Management*. 28. 253-265. April 1, 2021, from https://doi.org/10.1123/jsm.2012-0275.

Kongsompong, S. (2014). *Creating value from upstream to downstream*. April 3, 2021, from http://sesc.ocsc.go.th /uploads/km/121/OCSC_Value%20Chain_28042014.pdf.

KPMG. (2014). *Business of sports: Shaping a successful innings for the indian sports industry*. Retrieved April 3, 2021, from http://www.smri.in/wp-content/uploads/2015/02/ Business-of-Sports-KPMG.pdf

Li, P. (2013). *Cultivating Pattern of Managerial and Administrative Personnel in Sport Industry. (eds) Informatics and Management Science III*. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 206. Springer, London. Retrieved April 2, 2021, from https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4790-957.

National Reform Steering Assembly (2015). *Report of the National Reform Steering Committee on Sports, Arts, Culture, Religion, Morality and Ethics, National Reform Steering Council, titled "Sports Industry Promotion".* Retrieved October 18, 2020, from http://library2.parliament.go.th/ giventake/content_nrsa2558/d080259-01.pdf

Nicholson, M. (2007). *Sport and the media: managing the nexus.* Elsevier, Oxford.

Peeters, T., and Szymanski, S. (2014). *Financial fair play in European football*. Economic Policy. Retrieved April 3, 2021, from https://doi.org/29. 10.1111/1468-0327.12031.

Porter, M. E. and Kramer, M. R. (2011). The big idea: Creating shared value - How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, 89(1/2): 62-77.

Pomfret, R., and Wilson, J. (2011). The Peculiar Economics of Government Policy towards Sport. *Agenda - A Journal of Policy Analysis and Reform*. Retrieved April 3, 2021, from https://doi.org/18. 10.22459/AG.18.01.2011.08.

Relvas, H., Littilewood, M., Nesti, M., Gilbourne, D., and Richardson, D. (2010). Organizational structures and working practices in elite European professional football clubs. Understanding the relationship between youth and professional domains. *European Sport Management Quarterly*, 10(2), 165-187. Retrieved April 12, 2021, from http://doi.org/10.1080/161847409035 59891

Robert, B. A., and Matheson, V. A. (2016). "Going for the Gold: The Economics of the Olympics." *Journal of Economic Perspectives*, 30 (2), 18-201.

Rohde, M., and Breuer, C. (2016). Europe's Elite Football: Financial Growth, Sporting Success, Transfer Investment, and Private Majority Investors. *International Journal of Financial Studies*. Retrieved April 1, 2021, from http://doi.org/1 2 . 10.3390/ijfs4020012.

Sanjeev, T., and Ankur, K. (2017). What makes sports leagues successful? A study on Indian professional sports leagues International. *Journal of Indian Culture and Business Management*, 15(2), 206 – 228.

Sandy, R., Sloane, P.J., and Rosentraub, M.S. (2004). Sports teams and leagues: from a business necessity to dominating cartels. In: *The Economics of Sport*. Palgrave, London. Retrieved March 22, 2021, from https://doi.org/10.1007/978-0-230-37403-47.

Schulenkorf, N., Sugden, J., and Burdsey, D. (2014). Sport for development and peace as contested terrain: place, community, ownership. *International Journal of Sport Policy and Politics* 6(3), 371-387. Retrieved March 22, 2021, from https://doi.org/10.1080/ 194 06940.2013.825875.

Suvannajata, T. (2 0 0 3) . *Communication strategy for competitive advantage in private university management*. Thesis of Master of Arts Program, Thammasat University.

Unlua, C., Serarslan, M.Z., Yamaner, F., and Sahin, S. (2 0 1 2). Comparing of human resources management sports enterprises and the other service enterprises. *Social and Behavioral Sciences*, 46(12), 4808-4812. Retrieved April 23, 2021, from

https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.339

Wegmeyer, J., DeMoranville, C.W., and Judson, K.M. (2015). Building Fan Identification in Minor League Sport Organizations: Individual Player vs. Team Approach. In: Spotts H. (eds) Revolution in Marketing: Market Driving Changes. Developments in Marketing Scinece: *Proceedings of the Academy of Marketing Science*. Spinger, Cham. Retrieved April 21, 2021, from https://doi.org/10.1007/978-3-319-11761-4 108.

Williams, A., and Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*. 18, 657-67. Retrieved April 21, 2021, from https://doi.org/10.1080/02640410050120041.

Zimmermann, T., and Klein, M. (2018). The contribution of league systems in individual sports to the development of high-performance sport in Germany. *European Sport Management Quarterly*, 18(1), 47-72. Retrieved April 12, 2021, from https://doi.org/10.1080/16184742.2017.1387800.

ผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน

สรวิศ ลาภธนชัย และวรรณพร ทองตะโก

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 17 December 2562 / Revised: 16 March 2563 / Accepted: 29 March 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือผู้มีภาวะอ้วนที่เป็นนิสิตหรือบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุ 18 – 45 ปี จำนวน 31 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง จำนวน 15 คน ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบา 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ เก็บข้อมูลตัวแปรด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด และตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่มและระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired-T test) และการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent –T test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบามีน้ำหนักตัว มีค่าเฉลี่ย น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว น้ำหนักตัวที่ปราศจากไขมัน มวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบามีน้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์มีประสิทธิภาพสามารถช่วยพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วนได้

คำสำคัญ : การฝึกแบบหนักสลับเบา/องค์ประกอบของร่างกาย/สมรรถภาพปอด/ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ/ภาวะอ้วน

Corresponding Author: ดร.วรรณพร ทองตะโก คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

E-Mail: Wannaporn.T@chula.ac.th

EFFECTS OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON BODY COMPOSITION, PULMONARY FUNCTION AND RESPIRATORY MUSCLES STRENGTH IN SEDENTARY ADULTS WITH OBESITY

Sorawit Lapthanachai and Wannaporn Tongtako

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 17 December 2019 / Revised: 16 March 2020 / Accepted: 29 March 2021

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effects of high-intensity interval training (HIIT) on body composition, pulmonary function, and respiratory muscles strength in sedentary adults with obesity.

Methods: Thirty-one physically inactive adults with obesity (male and female), aged between 18-45 years, were recruited from Chulalongkorn University and were randomized into 2 groups: high-intensity interval training group (n=15) and control group (n=16). The experimental group performed a high-intensity interval training (HIIT), 3 days a week for a period of 12-weeks, while the control group remained their normal activities of daily living. Physical characteristics, body compositions, pulmonary functions, and respiratory muscle strength were measured before and after 12 weeks of training. Data were analyzed using paired t-test and independent t-test with a level of statistical significant at $p<.05$.

Results: Following a 12-week training, the HIIT group displayed significant improvements in body weight, body mass index, resting heart rate, systolic and diastolic pressures, %body fat, lean body mass, maximum oxygen uptake (VO2max), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 sec (FEV1), peak expiratory flow rate (PEF), maximum voluntary ventilation (MVV), maximal inspiratory pressure (MIP), and maximal expiratory pressure (MEP) compared to prior training (all $p<.05$). In addition, the HIIT showed better improvements in body weight, resting heart rate, % body fat, VO2max, PEF, MIP, and MEP compared to the control (all $p<.05$).

Conclusion: A 12-week of HIIT in the present study is effective in improving in body composition, pulmonary function, and respiratory muscles strength in sedentary adults with obesity.

Keywords: High intensity interval training/Body composition/Pulmonary Function/Respiratory muscles Strength/Obesity

Corresponding Author : Wannaporn Tongtako, Ph.D., Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand; E-mail: wannaporn.t@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะอ้วน (Obesity) หมายถึง การมีเนื้อเยื่อไขมันและการสะสมของไขมันมากที่มากเกินไปซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ และยังเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคเบาหวานโรค โรคหลอดเลือดหัวใจและโรคมะเร็ง เป็นต้น ซึ่งอาจเกิดจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ทำให้ได้รับพลังงานมากกว่าความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน รวมถึงการขาดพฤติกรรมการออกกำลังกาย โดยภาวะอ้วนนั้นเป็นปัญหาสาธารณสุขทั่วโลกและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งในประเทศที่พัฒนาและกำลังพัฒนา (World Health Organization, 2018) โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) รายงานว่าในปี ค.ศ. 2016 ประชากรที่มีอายุ 18 ขึ้นไป มีภาวะน้ำหนักเกินถึง 1.9 พันล้านคน และในกลุ่มนี้เป็นโรคอ้วนถึง 650 ล้านคน เมื่อเปรียบเทียบกับปี 1975 พบว่ามีผู้เป็นโรคอ้วนมากขึ้นเกือบ 3 เท่า (WHO, 2018) โดยภาวะอ้วนสามารถประเมินได้จากค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนัก (กิโลกรัม) และส่วนสูง (เมตร) โดยค่าดัชนีมวลกายที่ถือว่าอยู่ในภาวะอ้วนคือมีค่า 25 กิโลกรัม/เมตร^2 ขึ้นไป สำหรับประชากรเอเชีย (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2561) นอกจากผลกระทบของภาวะอ้วนที่เกี่ยวกับระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดแล้ว ภาวะอ้วนยังส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบหายใจด้วย มีอัตราการหายใจ (Respiratory rate) ที่สูงขึ้นและปริมาตรการหายใจเข้าออกปกติ (Tidal volume) ลดลง รวมถึงส่งผลกระทบต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจ (Littleton, 2011) โดย Chlif และคณะ (2009) ได้ศึกษาพบว่าผู้มีภาวะอ้วนมีค่าแรงดันในการหายใจเข้า (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV_1) และค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) ต่ำกว่าในผู้ที่มีน้ำหนักปกติ ทั้งนี้การลดลงของสมรรถภาพปอดของผู้มีภาวะอ้วนยังเป็นปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหยุดหายใจขณะหลับ (Obstructive Sleep Apnea Syndrome; OSAS) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COPD) โรคหืด (Asthma) และโรคลิ่มเลือดอุดกั้นในหลอดเลือดปอดเฉียบพลัน (Pulmonary embolism) เป็นต้น (Christopher et al., 2010)

อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวสามารถป้องกันได้ด้วยการออกกำลังกาย โดยเฉพาะการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (High Intensity Interval Training; HITT) ซึ่งมีความนิยมในปัจจุบัน การฝึกหนักสลับเบาเป็นการฝึกแบบมีช่วงความหนักเป็นระยะเวลาสั้นๆ สลับกับช่วงพัก (Len Kravitz, 2014) อาจมีการกำหนดความหนักด้วยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO2_{Max}$) หรือกำลังสูงสุด (Peak power output) ก็ได้ จากงานวิจัยของ Dunham และ Harms (Dunham and Harms, 2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสมรรถภาพปอด กลุ่มตัวอย่างเป็น

ผู้มีสุขภาพดี 15 คน เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกความทนทาน (Endurance training; ET) จำนวน 7 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) จำนวน 8 คน โดยกลุ่มฝึกแบบหนักสลับเบาทำการฝึกด้วยจักรยานที่ความหนัก 90% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เป็นเวลา 1 นาที สลับกับช่วงเบาเป็นเวลา 3 นาที ทั้งหมด 5 เซต ขณะที่กลุ่มฝึกความทนทานทำการฝึกที่ความหนัก 60 – 70% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นเวลา 45 นาทีอย่างต่อเนื่อง ทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและค่าแรงดันในการหายใจเข้าเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบามีค่าแรงดันการหายใจเข้ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบทนทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการที่จะศึกษาถึงผลของการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการฝึกเพื่อพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้มีภาวะอ้วน

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกแบบหนักสลับเบาส่งผลดีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2562

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้มีภาวะอ้วนที่เป็นนิสิตหรือบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชายและหญิง อายุระหว่าง 18 – 45 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) ใช้ข้อมูลของ Dunham และ Harms (Dunham and Harms, 2012) กำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable Error; α) ที่ 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 14 คน เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มละ 16 คน รวมทั้งสิ้น 32 คน แต่ระหว่างการเก็บข้อมูลได้มีกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองออกจากการวิจัย จำนวน 1 คน จึงทำให้กลุ่มทดลองมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น จำนวน 15 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม

ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลาก (Simple random sampling) เพื่อเลือกเข้ากลุ่มทดลอง และมีความเท่าเทียมกันของทั้งสองกลุ่ม โดยรายละเอียดการสุ่มมีดังนี้

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบแบ่งชั้นคัดเลือกโดยตัวบ่งชี้ 2 ตัว ดังนี้

1. เพศ (Gender) แบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง

2. อายุ (Age) แบ่งเป็นวัยผู้ใหญ่ตอนต้น (Young adults) อายุระหว่าง 18 – 35 ปี และวัยผู้ใหญ่วัยกลางคน (Middle-aged adult) อายุระหว่าง 36 – 45 ปี (Petry, 2002)

การแบ่งชั้นตามตัวบ่งชี้ที่กำหนดจะได้ 4 ลำดับขั้น ดังข้อมูลต่อไปนี้

1. A = เพศชาย อายุ 18 – 35 ปี
2. B = เพศชาย อายุ 36 – 45 ปี
3. C = เพศหญิง อายุ 18 – 35 ปี
4. D = เพศหญิง อายุ 36 – 45 ปี

จากนั้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกเข้ามาในกลุ่มชั้นแต่ละชั้นแล้ว กลุ่มตัวอย่างที่เข้ามาในกลุ่มชั้นลำดับที่เป็นเลขคี่ เช่น ลำดับที่ 1, 3, 5, 7 และ 9 เป็นต้น จะต้องจับฉลากเลือกเข้ากลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้ามาในกลุ่มชั้นลำดับเลขคู่ลำดับถัดไปจะได้เข้าไปอยู่ในกลุ่มที่เหลือโดยอัตโนมัติ

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี)

1. เป็นผู้มีภาวะอ้วนเพศชายและหญิง (ค่า BMI ≥ 25 – 29.9) อายุ 18 - 45 ปี
2. ต้องไม่ได้เข้าร่วมในการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือนก่อนการทำวิจัย ถ้ามีการออกกำลังกาย ต้องไม่มากกว่า 20 นาที ต่อครั้ง และไม่ออกกำลังกายเกินจำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์
3. ไม่เป็นโรคหัวใจและไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นต้น แต่หากเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอื่น ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อต่อจะต้องอยู่ในภาวะที่สามารถควบคุมอาการของโรคได้
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการเจ็บป่วยหรือการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุในช่วงทำการทดลองจนไม่สามารถทำการทดลองต่อได้ เป็นต้น
2. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ
3. ทำการฝึกไม่ถึงร้อยละ 80 (ฝึกไม่ถึง 29 ครั้ง จาก 36 ครั้ง)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างโปรแกรมการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้มีภาวะอ้วน
3. นำรูปแบบการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบาในผู้มีภาวะอ้วน ไปพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 5 ท่าน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (IOC) ได้ค่าเท่ากับ 0.86

4. ดำเนินการติดต่อทำหนังสือจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา เพื่อขอความร่วมมือจากห้องทดสอบสรรถภาพของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา และทำหนังสือขอยืมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์คัดเข้า โดยกลุ่มตัวอย่างต้องลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมในงานวิจัย และผู้วิจัยจะชี้แจงการเตรียมตัวก่อนมาทดสอบ และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยแต่งกายด้วยชุดกีฬา สวมรองเท้าผ้าใบมาในวันทดสอบและวันออกกำลังกาย

6. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจะได้รับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามขั้นตอน โดยการทดสอบจะเริ่มต้นจากตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย จากนั้นทำการวัดตัวแปรทางด้านสมรรถภาพปอดและตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจตามลำดับ รายละเอียดดังนี้

6.1 ตัวแปรด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย ประกอบด้วย

6.1.1 น้ำหนักตัว (Body weight) น้ำหนักของร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Lean body mass), มวลไขมัน (Fat mass) มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent of body fat) และส่วนสูง (Height) ใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Body composition analyzer) ยี่ห้ออินบอดี้ (In body) ประเทศเกาหลีใต้ ให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและถุงเท้า โดยขณะทำการชั่งน้ำหนักให้กลุ่มตัวอย่างยืนตัวตรง แขนแนบลำตัว และหน้ามองตรง

6.1.2 อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (Resting heart rate) และความดันโลหิต (Blood pressure) โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure) ยี่ห้อออมรอน (Omron) ประเทศญี่ปุ่น ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงวัดท่านั่งด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

6.1.3 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake; VO_2max) โดยใช้โปรแกรม Ramp Test ให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยาน (Bicycle ergometer) ปั่นด้วยการไม่ใส่น้ำหนักเป็นเวลา 5 นาที (Warm up) หลังจากนั้นเริ่มทำการทดสอบด้วยการเพิ่มน้ำหนักนาทีละ 0.5 กิโลปอนด์ (Kilopond) ความเร็วในการปั่นให้อยู่ที่ 55 – 60 รอบต่อนาที จนผู้ถูกทดสอบไม่สามารถทำการปั่นต่อไปได้ จากนั้นผ่อนคลาย (Cool down) ด้วยการปั่นแบบไม่ใส่น้ำหนักเป็นเวลา 5 นาที ใช้เครื่องวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Gas Analyzer) ยี่ห้อคอร์เทค (Cortex) ประเทศเยอรมัน

6.2 ตัวแปรด้านสมรรถภาพปอด โดยใช้เครื่องวัดความจุปอด (Spirometer) ยี่ห้อสไปโรแบงค์ (Spirobank) ประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย

6.2.1 ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) มีหน่วยเป็นลิตร (Liters) และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรง

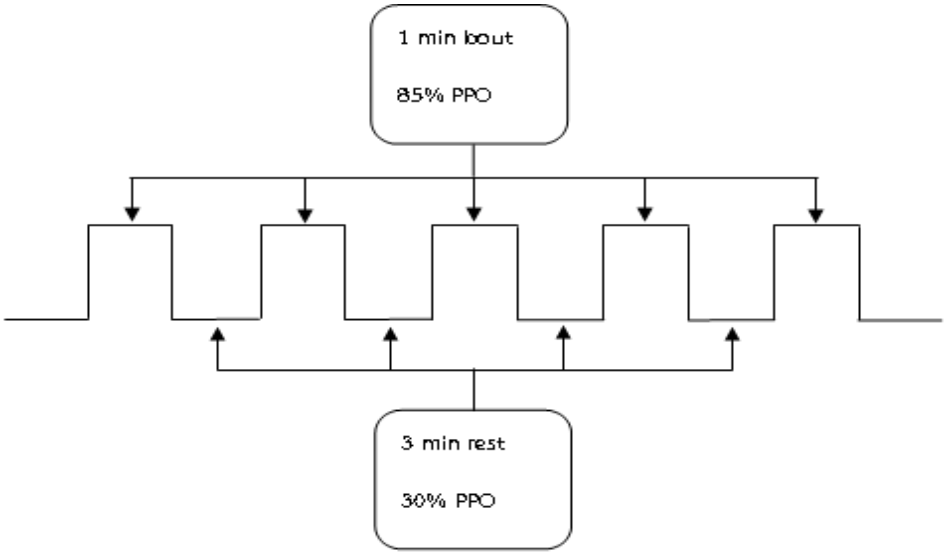
เต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV_1) และค่าอัตราส่วนระหว่างค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ต่อค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจเข้าและออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1/FVC) โดยการให้กลุ่มตัวอย่างอมหลอดเป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจเข้าออกปกติจำนวน 2 – 3 ครั้ง และหลังจากนั้นทำการหายใจเข้าเต็มที่แล้วเป่าออกมาอย่างแรงและเร็วจนลมออกจนหมด

6.2.2 ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที (Maximum voluntary ventilation; MVV) โดยการให้กลุ่มตัวอย่างอมหลอดเป่าซึ่งต่อกับเครื่องวัดความจุปอด จากนั้นหายใจเข้าและออกอย่างลึกและเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ภายในระยะเวลา 15–20 วินาที

6.3 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ยี่ห้อไมโคเมดดิคอล (Micro medical) ประเทศอังกฤษ ประกอบด้วยค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด (Maximal inspiratory pressure; MIP) และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด (Maximal expiratory pressure; MEP) โดยให้กลุ่มตัวอย่างหายใจเข้าและหายใจออกผ่านเครื่องวัดความแข็งแรงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

7. หลังจากเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง กลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ โดยไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายใดๆ ส่วนกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกแบบช่วงหนักสลับเบา ทำการฝึกวันจันทร์ พุธ ศุกร์ 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โดยมีขั้นตอนการฝึกดังนี้

7.1 อบอุ่นร่างกาย (Warm-up) เป็นระยะเวลา 5 นาที โดยยืดเหยียดค้างไว้ท่าละประมาณ 15 - 20 วินาที ประกอบด้วยการยืดกล้ามเนื้อหัวไหล่ การยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง การยืดกล้ามเนื้อด้านข้างลำตัว การยืด



รูปที่ 1 แสดงโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา

กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า การยืดกล้ามเนื้อขาล่างด้านหลัง การยืดเอ็นร้อยหวาย การยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง การยืดกล้ามเนื้อสะโพกด้านหลัง การยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง และการยืดกล้ามเนื้อกาง-หุบขา

7.2 การฝึกแบบหนักสลับเบา ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายกับจักรยานด้วยการปั่นด้วยความหนัก 20 วัตต์ (Watt) ด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเพิ่มความหนักและควบคุมให้อยู่ที่ 85% ของกำลังที่ทำได้สูงสุด (Peak power output; PPO) เป็นเวลา 1 นาที ควบคุมการปั่นให้อยู่ในช่วง 60 - 100 รอบต่อนาที หลังจากนั้นเป็นช่วงพักโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปั่นด้วยความหนัก 30% ของกำลังที่ทำได้สูงสุด (Peak power output) เป็นเวลา 3 นาที และปฏิบัติซ้ำจนครบ 8 เซต รวม 32 นาที หลังจากนั้นทำการผ่อนคลาย (Cool down) ด้วยการปั่นจักรยานแบบไม่ใส่น้ำหนักเป็นเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อเหมือนกับช่วงอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาที รวมเวลาทั้งสิ้น 52 นาที (Dunham and Harms, 2012; Chuensiri, Suksom and Tanaka, 2018) ดังรูปที่ 1

8. หลังจากฝึกครบ 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test) โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะได้รับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามขั้นตอนเหมือนการทดสอบก่อนการทดลอง

9. เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และเขียนรายงานผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired T- test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent T- test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบา มีค่าเฉลี่ย น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว น้ำหนักตัวที่ปราศจากไขมัน มวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบามีน้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย ระหว่างก่อนและหลังการทดลองและระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=16)		กลุ่มทดลอง (n=15)	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
Weight (kg)	77.7±10.75	78.5±10.41	78.5±16.61	75.9±14.85*
Height (cm)	165.8±8.83	165.8±8.84	167.4±6.29	167.4±6.18
BMI (kg/m^2)	28.21±2.51	28.46±2.39	27.86±4.97	26.97±4.40*
Resting HR (beat/min)	76±8.25	77.75±9.10	79.53±9.97	71.13±7.19*†
Systolic BP (mmHg)	120.7±11.13	120±9.46	126.8±10.5	119.4±9.13*
Diastolic BP (mmHg)	73.±7.85	73.9±11.21	76.8±7.37	71.8±10.32*
Lean Body Mass (kg)	53.06±9.28	53.36±8.94	53.39±8.98	54.78±8.37*
Fat Mass (kg)	24.6±4.27	25.1±4.11	24.7±10.38	21.2±9.33*
Muscle Mass (kg)	48.19±9.14	48.47±8.82	49.02±8.17	50.42±7.70*
Percent Body Fat (%)	31.93±4.90	32.18±4.56	30.76±6.31	27.22±6.65*†
VO2 max (mi/kg/min)	28.48±7.35	26.88±6.48	26.09±8.32	32.22±7.98*†

* $p<0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง, † $p<0.05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n=16)		กลุ่มทดลอง (n=15)	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
FVC (L)	3.63±1.03	3.57±0.95	3.70±0.68	3.88±0.66*
FEV1 (L)	3.10±0.78	3.08±0.78	3.34±0.52	3.40±0.53
FEV1%	89.48±4.00	88.74±3.44	91.39±5.65	89.29±5.19
MVV (L/min)	110.3±29.16	107.4±29.45	109.8±31.82	124.5±21.75*
MIP (cmH_2O)	90.50±18.00	88.19±18.04	89.93±17.61	113.5±29.05*†
MEP (cmH_2O)	91.63±10.30	91.69±10.28	86.47±21.61	109.6±27.32*†

* $p<0.05$ แตกต่างกับก่อนการทดลอง, † $p<0.05$ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบามีน้ำหนักตัว มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบามีค่าเฉลี่ย แรงดันการหายใจเข้าสูงสุด และแรงดันการหายใจออกสูงสุดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาส่งผลดีต่อองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วนซึ่งจากผลการวิจัยที่พบสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลของการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อตัวแปรด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย

จากผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีองค์ประกอบของร่างกายเปลี่ยนแปลงโดยมีน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ลดลงจาก มวลไขมัน และเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง และมีน้ำหนักตัวที่ปราศจากไขมัน มวลกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Panissa และคณะ (2016) ได้ศึกษาผลระยะสั้นของการฝึกหนักสลับกับการลดลงของไขมันโดยผู้เข้าร่วมวิจัยเพศหญิงจำนวน 23 คนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เพื่อทำการฝึกหนักสลับเบาโดยช่วงหนักเป็นระยะเวลา 1 นาที ที่ 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ช่วงเบา 30 วินาทีที่ 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนัก 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น มีมวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันและผลรวมของไขมันใต้ผิวหนังลดลงโดยกลุ่มที่ทำการฝึกหนักสลับเบามีค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังลดลงมากกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกแบบต่อเนื่อง Mader และคณะ (2001)ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบต่อเนื่องกับการฝึกแบบช่วงที่มีผลต่อไขมันใต้ผิวหนังและสารชีวเคมีในเลือดในผู้มีน้ำหนักเกินโดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นเพศชาย จำนวน 24 คนถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มเพื่อทำการฝึกแบบช่วงและฝึกแบบต่อเนื่อง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบช่วยลดไขมันใต้ผิวหนังและไขมันในเลือดได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sijie และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาการฝึกหนักสลับเบาในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน เพื่อที่จะประเมินผลมีต่อองค์ประกอบร่างกาย (Body Composition), หน้าที่การทำงานของหัวใจ (Cardiac function) และความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Aerobic capacity) ในวัยรุ่นหญิงที่มีน้ำหนักเกิน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศหญิง จำนวน 60 คน อายุ 19 – 20 ปี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม เพื่อฝึกโปรแกรมหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) ,กลุ่มโปรแกรมฝึกต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลาง (Moderate Intensity continuous training; MICT) และกลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกโปรแกรมหนักสลับเบา (HIIT) และกลุ่มฝึกต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลาง (MICT) ทำการฝึก 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ สำหรับโปรแกรมหนักสลับเบา ในช่วง

หนักจะอยู่ที่ 85% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) และช่วงเบา 50% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่กลุ่มฝึกต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลาง ทำการเดิน (Walking) หรือวิ่งเหยาะ (Jogging) ที่ความหนัก 50% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองกลุ่มที่ทำการออกกำลังกาย (HIIT และ MICT) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญสำหรับองค์ประกอบของร่างกาย, การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้าย, อัตราการเต้นหัวใจขณะพักและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อย่างไรก็ตามกลุ่มฝึกโปรแกรมหนักสลับเบามีการเปลี่ยนแปลงที่ดีกว่ากลุ่มฝึกต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลางและกลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นแล้วโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดเปอร์เซ็นต์ไขมันและสมรรถภาพทางกายอื่นๆ ในหญิงที่มีน้ำหนักเกินได้ และสอดคล้องกับ Trapp และคณะ (Trapp et al., 2008) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อการลดลงของไขมันและระดับอินซูลินของวัยรุ่นหญิง ผู้เข้าร่วมวิจัย 45 คนถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ทำการฝึกหนักสลับเบา ฝึกแบบต่อเนื่องทั้งสองกลุ่ม ทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึก ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบาและฝึกแบบต่อเนื่องมีการพัฒนาระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด โดยมีเพียงกลุ่มที่ทำการฝึกหนักสลับเบามีน้ำหนักตัว มวลไขมัน ไขมันบริเวณลำตัวและระดับอินซูลินในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่มวลไขมันที่ขาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแขนสำหรับกลุ่มฝึกหนักสลับเบา และการเพิ่มขึ้นของความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการลดลงของน้ำหนักตัว ดังนั้นแล้วจึงสรุปได้ว่าการฝึกหนักสลับเบา 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ช่วยลดมวลไขมันและระดับอินซูลินในเลือดได้

ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของมวลร่างกายที่ปราศจากไขมันมาจากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งส่งผลให้กำลังสูงสุดที่ทำได้เพิ่มสูงขึ้น โดยงานวิจัยของ Herbert และคณะ (2017) ศึกษาผลของการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อกำลังของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเพศชาย ด้วยการปั่นจักรยาน 30 วินาที ด้วยความหนัก 40%ของกำลังสูงสุด (Peak power output) สลับกับช่วงพัก 3 นาที จำนวน 6 เซท เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่ากำลังสูงสุดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ Petersen และคณะ (2016) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการปั่นจักรยานหนักสลับเบาที่ช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายในวัยผู้ใหญ่ โดยผู้เข้าร่วมวิจัยปั่นจักรยานโปรแกรมหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 30 นาทีเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าความดันโลหิตขณะพัก ความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด สารชีวิเคมีในเลือด องค์ประกอบร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงกล้ามเนื้อในงานวิจัยนี้โดยอาจเกิดจากการปั่นโดยการให้น้ำหนักที่มาก มีลักษณะคล้ายกับการฝึกด้วยแรงต้าน จึงส่งผลให้ระบบประสาทมีการเพิ่มจำนวนในการกระตุ้นกล้ามเนื้อมากขึ้น (Motor unit recruitment) จนเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่สั่งการกล้ามเนื้อให้รับแรงมากขึ้นได้ (Karabulut et al., 2009) จากการศึกษาในผู้มีสุขภาพดี เพศชายด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักของงานสูงสุด (Peak Workload) เป็นระยะเวลา 60 วินาที สลับกับช่วงพักด้วยความหนัก 30 วัตต์ เป็นระยะเวลา 75 วินาที จำนวน 8-12 เซท 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า การออกกำลังกายช่วงที่ความหนักสูง จะช่วยเพิ่มปฏิกิริยาของไมโตคอน

เดรีย (Mitochondria biogenesis) ในกล้ามเนื้อลาย และพัฒนาสมรรถภาพการเผาผลาญพลังงานได้ (Little et al., 2011) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของระบบเผาผลาญภายพลังงาน (Energy Expenditure) ในร่างกายนี้ ทำให้กลุ่มผู้ออกกำลังกายที่ความหนักมาก ใช้พลังงานขณะพักเพิ่มสูงขึ้นด้วย และเนื่องด้วยกลไกการเผาผลาญไขมัน ใช้พลังงานในการเผาผลาญ ระยะเวลาการเผาผลาญ และต้องการออกซิเจนมากกว่าคาร์โบไฮเดรต จึงทำให้การใช้พลังงานหลังกานออกกำลังกายนานยิ่งขึ้น (Wilmore and Costill, 2004) และมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา การปั่นจักรยานที่ความหนัก 90% ของความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2peak) เป็นระยะเวลา 4 นาที สลับกับช่วงพัก 2 นาที จำนวน 10 เซท ทำการฝึก 7 วันภายใน 2 สัปดาห์ พบว่า สามารถเพิ่มไมโตรคอนเดรียในกล้ามเนื้อลาย ซึ่งทำให้อัตราการเผาผลาญเพิ่มสูงขึ้น (Talanian et al., 2007) ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยานี้จึงทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด การใช้พลังงานในการออกกำลังกาย รวมถึงการใช้พลังงานในขณะพักเพิ่มมากขึ้นด้วย และทำให้มวลไขมันในร่างกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน และดัชนีมวลกายลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในงานวิจัยนี้

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังพบว่าการฝึกหนักสลับเบายังทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดดีขึ้น โดยจากการศึกษาการออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงมาก 170% VO2peak ด้วยการปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 90 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 วินาที สลับกับช่วงพัก 10 วินาที จำนวน 8 เซท ร่วมกับการปั่นจักรยานที่ความหนัก 50% VO2peak เป็นเวลา 10 นาที ช่วยพัฒนาหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด ซึ่ง Cheunsiri และคณะ (2018) ได้กล่าวว่าการออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงมากน่าจะเป็นการออกกำลังกายที่ทำให้มีอัตราการไหลเวียนสูง ซึ่งเกิดจากแรงเค้นหรือแรงที่เลือดกระทำกับผนังหลอดเลือดชั้นใน (Shear stress) ที่เพิ่มสูงขึ้นจากการไหลของเลือด (Suksom et al., 2014) ซึ่งกลไกนี้ทำให้เซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดหลั่งไนตริกออกไซด์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้การขยายตัวของหลอดเลือดดีมากยิ่งขึ้น โดยการลดลงของความดันเลือดในขณะพักนั้นน่าจะมาจากการเกิดความยืดหยุ่นของหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้น

2. ผลของการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อตัวแปรด้านสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

หลังการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ามีปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ของกลุ่มทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสอดคล้องกับ Dunham และ Harms (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสมรรถภาพปอด โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีสุขภาพดี 15 คน ถูกแบ่งกลุ่มด้วยการสุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกความทนทาน (Endurance training; ET) จำนวน 7 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบา (High intensity interval training; HIIT) จำนวน 8 คน โดยกลุ่มหนักสลับเบาทำการฝึกด้วยจักรยานที่ความหนัก 90% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2Max) เป็นเวลา 1 นาที สลับกับช่วงเบาเป็นเวลา 3 นาที ทั้งหมด 5 เซต ขณะที่กลุ่มโปรแกรมความทนทานทำการฝึกที่ความหนัก 60 – 70% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็น

เวลา 45 นาทีอย่างต่อเนื่อง ทั้งสองกลุ่มปฏิบัติ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและค่าแรงดันในการหายใจเข้าเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบามีค่าแรงดันการหายใจเข้ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบทนทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าโปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และยังสอดคล้องกับ Azad และคณะ (2011) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแอโรบิกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คนที่มีภาวะอ้วนหรือน้ำหนักเกินที่ไม่เคยได้รับการฝึก ทำการสุ่มเพื่อแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยการวิ่งบนลู่วิ่ง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ จากการทดลองพบว่าสมรรถภาพปอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลองจากการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถเพิ่มสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในกลุ่มวัยรุ่นที่มีน้ำหนักเกินและอ้วนได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Khalili และ Elkins (2009) ได้ทำการศึกษาเรื่องการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ช่วยพัฒนาสมรรถภาพปอดในเด็กที่บกพร่องทางสติปัญญา โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นเด็กอายุ 12 ปี ที่เป็นดาวน์ซินโดรม (Down Syndrome) หรือมีความบกพร่องทางสติปัญญา (Intellectual disability) จำนวน 44 คน ซึ่งมีไอคิวเฉลี่ย 42 ถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มทดลอง ทำการออกกำลังกายแบบแอโรบิก 30 นาที ด้วยการเดิน, วิ่ง และปั่นจักรยานด้วยความหนักปานกลาง 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ ผลจากการทดลองพบว่าค่า ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced expiratory volume in one second; FEV1) เพิ่มขึ้น 160 มิลลิลิตรและค่า ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจเข้าและออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Forced vital capacity; FVC) เพิ่มขึ้น 330 มิลลิตรในกลุ่มทดลองซึ่งมากกว่าในกลุ่มควบคุม จึงสรุปได้ว่าการฝึกในรูปแบบแอโรบิกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ช่วยเพิ่มสมรรถภาพปอดในเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amira และคณะ (2018) ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกความทนทานของขาที่มีต่อภาวะการหายใจลำบากและสมรรถภาพปอดในผู้ป่วยปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการฝึกปั่นจักรยาน 2 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยแต่ละครั้งของการฝึกเริ่มต้นที่ 5 นาทีไปจนถึง 20 นาที ผลของการฝึกพบว่าค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจเข้าและออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) และค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของกลไกการเพิ่มขึ้นของค่าแรงดันการหายใจอาจมาจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีการกระตุ้นให้มีอัตราการหายใจและแรงดันอากาศเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training) (Dunham and Harms., 2012) โดยปกติแล้วการฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะถูกใช้กับผู้ที่เป็นโรคหอบหืด (Asthma) หลอดลมอักเสบ (Bronchitis) ถุงลมโป่งพอง (Emphysema) และปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) หรือแม้กระทั่งในปัจจุบันที่การฝึกกล้ามเนื้อหายใจถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากล้ามเนื้อหายใจในนักกีฬา (McConnell, 2013) มีรายงานการวิจัยระบุว่า

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจจะเพิ่มมากขึ้นก็ต่อเมื่อความดันของการหายใจอยู่ที่ 60-80% ของความดันการหายใจสูงสุด ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้ถึง 41% (Enright et al., 2006) ขณะที่งานวิจัยอื่นๆที่ทำการศึกษาการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยความดันที่น้อยลง (50% PIMax) พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้นเพียง 7-17% (Downey et al., 2007) การทดลองดังกล่าวมีการกระตุ้นกล้ามเนื้อการหายใจให้มีการทำงานหนักขึ้นคล้ายกับการฝึกหนักสลับเบา ผู้วิจัยจึงคาดว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่เพิ่มมากขึ้นอาจจะเกิดจากกลไกนี้ การวิจัยก่อนหน้าของ Dunham และ Harms (2012)ได้ศึกษาผลของอัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด (Peak expiratory flow rate) จากการฝึกหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความเปลี่ยนแปลงเมื่อเมื่อเทียบก่อนและหลังการฝึก

ซึ่งผลที่ได้อาจมาจากระยะเวลาของการฝึก ที่ยังไม่ยาวนานเพียงพอที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของอากาศหายใจออก (Expiratory flow rate) (Dunham and Harms., 2012) แต่มีงานวิจัยรายงานว่าการที่หลอดลมมีการถูกกระตุ้นให้ยืดขยายอาจจะทำให้แรงต้านของทางเดินหายใจลดลงซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการไหลออกของอากาศได้ (Scichilone et al., 2005).

สรุปผลการวิจัย

การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ช่วยพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย โดยทำให้น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว มวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมัน ลดลง น้ำหนักตัวที่ปราศจากไขมัน มวลกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาณงานสูงสุดและกำลังสูงสุดเพิ่มมากขึ้น และพัฒนาสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจโดยเพิ่มปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ อัตราการไหลของอากาศหายใจออกสูงสุด ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 1 นาที ค่าแรงดันการหายใจเข้าสูงสุดและค่าแรงดันการหายใจออกสูงสุด ในผู้มีภาวะอ้วนได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

การฝึกหนักสลับเบาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ช่วยพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้ ดังนั้น จึงสามารถนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้กับประชากรกลุ่มอื่นๆได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในตัวแปรอื่นๆ เช่นสารชีวเคมีในเลือด หรือการขยายตัวของหลอดเลือดที่เป็นผลมาจากการฝึกหนักสลับเบา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Amira P. T., Pandiaman P., Erna M., Andika P., Ella R., Efriyandi E. (2018). Impact of Lower-Limb Endurance Training on Dyspnea and Lung Functions in Patients with COPD. *Open Access Maced Journal of Medical Science,* 6(12): 2354–2358.

Azad A., Gharakhanlou R., Niknam A. and Ghanbari A. (2011). Effects of aerobic exercise on lung function in overweight and obese students. *Tanaffos,* 10(3): 24-31.

Enright S. J., Unnithan V. B., Heward C., Withnall L., Davies D. H. (2006). Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Physical Therapy,* 86(3):345–354.

Chlif M., Keochkerian D., Choquet D., Vaidie A., and Ahmaidi S. (2009). Effects of obesity on breathing pattern, ventilatory neural drive and mechanics. *Respiratory Physiology and Neurobiology,* 168: 198–202.

Christopher Z., Helen L., Ian M. and Himender M. (2010). Obesity and respiratory diseases. *International Journal of General Medicine,* 2010; 3: 335–343.

Chuensiri N., Suksom D., and Tanaka H. (2018). Effects of high-intensity intermittent training on vascular function in obese preadolescent boys. *Childhood Obesity,* 14(1):41-49.

Department of Health: Ministry of Public Health. (2561). Body mass index by self-evaluation [Online]. Available from: http://nutrition.anamai.moph.go.th/images/files/HLworkingage.pdf [2018, April 24]]

Dunham C. and Harms C. A. (2012). Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *European Journal of Applied Physiology,* 112(8): 3061-8.

Len Kravitz. (2014). ACSM Information On HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING.[Online].Availablfrom:https://www.bgifitness.com/merchant/118/files/ACSM_HIIT.pdf [September 25, 2018].

Herbert P., Hayes L. D., Sculthorpe N. F. and Grace F. M. (2017). HIIT produces increases in muscle power and free testosterone in male masters athletes. *Endocrine Connections* 6(7): 430–436.

Littleton S. W. (2012). Impact of obesity on respiratory function. *Respirology : official journal of the Asian Pacific Society of Respirology,* 17(1):43-9.

Mäder U., Roth P., Furrer R., Brêchet J. P. and Boutellier U. (2001). Influence of continuous and discontinuous training protocols on subcutaneous adipose tissue and plasma substrates. *International Journal of Sports Medicine,* 22: 344–9.

McConnell A. (2013). Inspiratory muscle training: history and putative mechanisms. Frontiers in Sport and Exercise Science and Medicine Seminar on inspiratory muscle training, *Centre for Sports Medicine and Human Performance*, Brunel University.

Peterson B. A., Hastings B., Gottschall. (2016). High Intensity Interval Cycling Improves Physical Fitness in Trained Adults. *Journal of Fitness Research* 5 (1).

Scichilone N., Morici G., Marchese R., Bonanno A., Profita M., Togias A., Bonsignore M. R. (2005.) Reduced airway responsiveness in non elite runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 37(12): 2019–2025.

Sijie T., Hainai Y., Fengying Y. and Jianxiong W. (2012). High intensity interval training exercise training in overweight young women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,* 52(3): 255-62.

Trapp E. G., Chisholm D. J., Freund J. And Boutcher S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity,* 32: 684–91.

World Health Organization (2018). *Obesity and Overweight* (Online). Retrieved April 24, 2018, from WHO Website: http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight