Academic Journal of Thailand National Sports University
ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 (กันยายน - ธันวาคม) Vol. 18 No. 3 (September - December, 2026)

การตอบสนองทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ในการแข่งขันเทนนิส บนสนามแบบพื้นดินของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน

ธีรพันธ์ สังข์แก้ว[1] เกริกวิทย์ พงศ์ศรี[1] ชำนาญ ชินสีห์[2] สนธยา สีละมาด[1]

[1] คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[2] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาและพื้นที่ในการเล่นขณะแข่งขันบนสนามแบบพื้นดิน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชนเพศชาย จำนวน 16 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำลองการแข่งขันเทนนิสประเภทชายเดี่ยว จำนวน 8 คู่ บันทึกวีดีโอและอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการแข่งขัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย การเผาผลาญพลังงาน และพื้นที่ในการเล่นเกมรุก-เกมรับระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Samples t-test) หากพบความแตกต่างรายคู่จะทดสอบด้วยวิธีของ LSD กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า การเผาผลาญพลังงานของนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย พื้นที่ในการเล่นเกมรุกและเกมรับไม่พบความแตกต่างกัน ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปปรับใช้กับการวางแผนการฝึกซ้อมและกำหนดโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงในนักกีฬาเทนนิสที่แข่งขันบนพื้นดิน เพื่อเป็นแนวทางในการยกระดับศักยภาพของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชนของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: กีฬาเทนนิส; พื้นสนาม; การตอบสนองทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์

Corresponding Author: สนธยา สีละมาด คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, Email: sonthase@g.swu.ac.th

Academic Journal of Thailand National Sports University
ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 (กันยายน - ธันวาคม) Vol. 18 No. 3 (September - December, 2026)

THE PHYSIOLOGICAL AND BIOMECHANICAL RESPONSES IN TENNIS COMPETITION ON A CLAY COURT OF YOUTH TENNIS PLAYERS

Teeraphan Sangkaew[1], Krirkwit Phongsri[1], Chamnan Channasee[2] and Sonthaya Sriramatr[1]

[1]Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

[2]Faculty of Education, Mahasarakham University

Abstract

This study examined youth tennis players' physiological and biomechanical responses during competitions on clay courts. The objective was to compare physiological responses and zone positioning between the winning and losing players during simulated single matches played on clay courts. Eight pairs of male tennis players participated, with video recordings and heart rates monitored throughout the matches. Data compared included maximum heart rates, average heart rate, energy, and offensive and defensive court positioning. An independent samples t-test was utilized to compare means between groups using the LSD method when differences were found. Statistical significance was set at the 0.05 level. The results revealed significant differences in energy expenditure between the winning and losing groups ($p<0.05$). However, no significant differences were observed in maximum heart rate, average heart rate, or offensive and defensive positioning. Conclusion, Coaches and athletes can use these research findings to plan training sessions and develop specific physical fitness programs tailored for clay court tennis players. This research offers a pathway for enhancing the potential of Thai youth tennis players in the future.

Keywords: Tennis racket sport, Court surfaces, The physiological and biomechanical responses

Corresponding Author: Sonthaya Sriramatr, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University, Email: sonthase@g.swu.ac.th

บทนำ

กีฬาอาชีพเป็นอาชีพใหม่สำหรับคนไทยแต่หลายๆ ประเทศที่เป็นมหาอำนาจทางการกีฬาจัดความสำคัญของอาชีพนักกีฬาอยู่ในอันดับต้นๆ ของประเทศ สร้างรายได้หลักให้แก่นักกีฬา บุคลากรทางการกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งนักกีฬาอาชีพยังเป็นปัจจัยส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและสร้างชื่อเสียงของประเทศให้เป็นที่ประจักษ์ สำหรับวงการกีฬาของประเทศไทยด้วยนโยบายของการกีฬาแห่งประเทศไทยที่มุ่งเน้นและพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเพื่อต้องการสร้างนักกีฬาอาชีพให้มีจำนวนมากขึ้น มีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทยปี 2564-2570 โดยวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการกีฬาเป็นกลุ่มผู้นำทางการกีฬาระดับเอเชียและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ โดยมุ่งเน้นการพัฒนากีฬาเพื่อความเป็นเลิศของชาติและต่อยอดไปสู่การเป็นนักกีฬาอาชีพเพื่อสร้างรายได้ให้กับตนเองและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศชาติ (Sports Authority of Thailand, 2021) ในปัจจุบันสถานการณ์ด้านกีฬาอาชีพของประเทศไทยพบว่ากีฬาเทนนิสอาชีพได้รับการส่งเสริมและพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง มีการจัดการแข่งขันภายในประเทศหลายรายการให้นักกีฬาเทนนิสรุ่นใหม่ได้มีเวทีในการเข้าร่วมการแข่งขันเพื่อเตรียมความพร้อมไปสู่รายการแข่งขันเทนนิสอาชีพในระดับที่สูงขึ้น สมาพันเทนนิสนานาชาติ (International Tennis Federation) ได้กำหนดการแข่งขันรายการแกรนด์สแลม 4 รายการ คือ 1) รายการออสเตรเลียน โอเพ่น (Australian Open) แข่งขันในเดือนมกราคมของทุกปีที่ประเทศออสเตรเลียบนฮาร์ดคอร์ด 2) รายการ เฟร้นช์ โอเพ่น (French Open) แข่งขันในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนของทุกปีที่ประเทศฝรั่งเศส บนคอร์ดดิน 3) รายการ วิมเบิลดัน (Wimbledon) แข่งขันในเดือนมิถุนายน–กรกฎาคมของทุกปีที่ประเทศอังกฤษบนคอร์ดหญ้า และ 4) รายการยูเอส โอเพ่น (US. Open) แข่งขันในเดือนสิงหาคม- กันยายนของทุกปีที่ประเทศสหรัฐอเมริกาบนฮาร์ดคอร์ด (ITF, 2021)

การนำองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีทางการกีฬามาวิเคราะห์การแข่งขันวิเคราะห์ปริมาณการเคลื่อนที่บนพื้นสนามแต่ละประเภทโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาให้เหมาะสมมากที่สุด (Cui, Gómez, Gonçalves, Liu, & Sampaio, 2017) ข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าตลอดการแข่งขันนักกีฬาเทนนิสต้องเปลี่ยนทิศทางตลอดเวลา มีการเพิ่มอัตราเร่ง (Acceleration) และลดความเร็ว (Deceleration) ในขณะเคลื่อนที่ระยะทางในการวิ่งเพื่อตีบอล 1 ครั้งเท่ากับ 3 เมตร และใช้ระยะทางเฉลี่ยรวม 8-15 เมตร ต่อการได้แต้ม 1 แต้ม หากคิดเป็นระยะทางรวมตลอดการแข่งขันเท่ากับ 1,300 -3,600 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับฝีมือของนักกีฬา (ระดับมืออาชีพหรือมือสมัครเล่น) และพื้นสนามที่ใช้แข่งขัน (พื้นสนามแบบช้าหรือพื้นสนามแบบเร็ว) (Fernandez-Fernandez et al., 2011) เช่นเดียวกับการศึกษาของ ชุย และคณะ (Cui et al., 2017) ที่วิเคราะห์เกมการแข่งขันเทนนิสแกรนด์สแลมทั้ง 4 รายการในช่วงปี ค.ศ. 2015-2017 พบว่า ระยะทางในการเคลื่อนที่บนสนามพื้นดิน เท่ากับ 11.8 เมตรต่อการได้แต้ม 1 แต้ม และระยะทางรวม 683.1 เมตรต่อเซต เช่นเดียวกับการศึกษาของเฟอร์นานเดซ-เฟอร์นานเดซ คินเนอร์ และเฟอร์เราตี (Fernandez-Fernandez, Kinner, & Ferrauti, 2010) พบว่า นักกีฬาเทนนิสต้องฝึกความเร็วที่เฉพาะเจาะจง มีการวิ่งเพื่อเข้าไปตีลูกด้วยความเร็วสูงในหลากหลายทิศทางซ้ำ ๆ หลาย ๆ เที่ยว รูปแบบการฝึกที่นิยมใช้ในนักกีฬาเทนนิสคือการฝึกแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักระดับสูง (High-Interval Training) และการฝึกความเร็วสูงสุดแบบซ้ำเที่ยว (Repeated-Sprint Training) ลักษณะการฝึกทั้งสองรูปแบบนี้นักกีฬาเทนนิสจะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วหรือความสามารถสูงสุดหลายๆ เที่ยว สลับกับการมีช่วงเวลาของการพักเพื่อฟื้นตัวในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นการฝึกรูปแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักระดับสูงและการฝึกความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิกและระบบแอโรบิกได้ (Fernandez-Fernandez, Zimek, Wiewelhove, & Ferrauti, 2012)

การตอบสนองทางสรีรวิทยาในนักกีฬาเทนนิสที่ผ่านมาพอจะสรุปได้ว่ามีการศึกษาถึงอัตราการเต้นของหัวใจขณะแข่งขัน ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติก สัดส่วนการทางานต่อการพัก อัตราส่วนของการใช้พลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก ส่วนการศึกษาทางด้านชีวกลศาสตร์ในกีฬาเทนนิสจะเกี่ยวข้องกับจำนวนครั้งที่นักกีฬาแสดงทักษะ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ปริมาณในการเคลื่อนที่ต่อแต้มและระยะทางรวมตลอดการแข่งขัน อีกทั้งการแข่งขันเทนนิสยังแบ่งเป็นประเภททีม ประเภทเดี่ยว ประเภทคู่ และประเภทคู่ผสมบนพื้นผิวสนามที่แตกต่างกันทั้งสนามในร่มและกลางแจ้ง ข้อมูลเหล่านี้จึงมีความสำคัญในการนำไปสร้างรูปแบบการฝึกซ้อมให้มีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาเทนนิสที่มีความแตกต่างกันตามระดับการแข่งขัน ระดับอายุ และเพศ (Reilly, Morris, & Whyte, 2009) ยังพบข้อมูลว่าในนักกีฬาเทนนิสระดับอาชีพ (Professional Players) สามารถตีบอลได้อย่างรุนแรงและมีความแม่นยำ ไปยังตำแหน่งที่ต้องการในสนามของฝ่ายตรงข้ามได้เพื่อทำคะแนนในแต่ละแต้ม (Elliott, Reid, & Crespo, 2009) เช่นเดียวกับการศึกษาของลันด์ลิงเงอร์ สเตอก์เกิล ลินดิงเงอร์ วากเนอร์ และมึลเลอร์ (Landlinger, Stöggl, Lindinger, Wagner, & Müller, 2012) ที่ศึกษาความแตกต่างของความเร็วและความแม่นยำ ในทักษะการตีบอลกระดอนพื้นทางด้านหน้ามือและหลังมือระหว่างนักกีฬาเทนนิสอาชีพ (เพศชาย จำนวน 6 คน) และนักกีฬาเทนนิสที่มีความสามารถสูง (เพศชาย จำนวน 7 คน) พบว่า ความเร็วของลูกเทนนิสเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักกีฬาเทนนิสระดับอาชีพและนักกีฬาเทนนิสที่มีความสามารถสูงสามารถตีบอลกระดอนพื้นด้านหน้ามือได้เร็วกว่าการตีบอลกระดอนพื้นด้านหลังมือ และทำได้ดีในทิศทางแนวทแยง (Cross Court)

องค์ประกอบที่ผลักดันให้นักกีฬาเทนนิสประสบความสำเร็จในการแข่งขันบนสนามพื้นดินขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ โดยความสามารถของนักกีฬาเป็นเหตุผลหลัก ส่วนเหตุผลรองที่สนับสนุนให้นักกีฬาประสบความสำเร็จได้คือการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยวิเคราะห์ ทั้งทางด้านสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ เช่นเดียวกับการศึกษาของฟิตซ์แพทริก สโตน ช็อปปิน และเคลลี (Fitzpatrick, Stone, Choppin, & Kelley, 2019) ชี้ให้เห็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญสำหรับความสามารถของนักกีฬาที่แข่งขันบนสนามพื้นดินและสนามพื้นหญ้า พบว่าการจะได้แต้มแต่ละแต้มของนักกีฬากลุ่มที่ชนะบนสนามพื้นดินต้องใช้การตีโต้ (Rally) ที่นานและจำนวนครั้งเยอะกว่าสนามพื้นหญ้า ลักษณะเกมการเล่นของสนามพื้นดินจะเน้นท้ายคอร์ด (Baseline) เป็นส่วนใหญ่ การแข่งขันเทนนิสสนามพื้นดิน (Clay Court) ย่อมใช้ระยะเวลาและระยะทางที่เยอะกว่าสนามพื้นแข็ง (Hard Court) ซึ่งการศึกษาของเฟอร์นานเดซ เมนเดซ-วิลลาเนือวา และพลุม (Fernandez, Mendez-Villanueva, & Pluim, 2006) พบว่า เมื่อเทียบระดับความหนักของการแข่งขันเทนนิสเป็นสัดส่วนการทำงานกับการพัก (Work :Rest) จะเท่ากับ 1:1 ถึง 1:4 เช่นเดียวกับการศึกษาของโควาส (Kovacs M., 2006) ที่พบว่าสัดส่วนระหว่างการทำงานต่อการพักเท่ากับ 1:2 และ 1:5 นักกีฬาจึงต้องการพลังงานงานในการเคลื่อนที่เพื่อการเข้าตีบอลทั้งในรูปแบบการสร้างเกมรุกและรับ อีกทั้งการศึกษาของเฟอร์นานเดซ-เฟอร์นานเดซ ซานซ์-ริวัส ซานเชซ-มูโญซ อเลฆา เตเยซ บุคไฮต์ และเมนเดซ-วิลลาเนือวา (Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, Sanchez-Muñoz, Aleja Tellez, Buchheit, & Mendez-Villanueva, 2011) ได้ศึกษาความต้องการของนักกีฬาเทนนิสในเกมการแข่งขันพบว่า เวลารวมตลอดการแข่งขันอยู่ระหว่าง 1.30 – 5 ชั่วโมง ความหนักของกิจกรรมอยู่ในระดับสูงตลอดการแข่งขัน

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่ผ่านมาทำให้ทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้นักกีฬาเทนนิสประสบความสำเร็จในการแข่งขันบนสนามแบบพื้นดิน รวมทั้งการเป็นนักกีฬาเทนนิสอาชีพควรมีพื้นฐานการฝึกซ้อมและการ

แข่งขันบนสนามแบบพื้นดินในระดับเยาวชนมาเป็นอย่างดี เพื่อเป็นพื้นฐานในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สำหรับประเทศไทยยังมีข้อจำกัดหลายๆ อย่างที่ไม่สามารถสร้างนักกีฬาเทนนิสระดับอาชีพและถนัดในการแข่งขันบนพื้นสนามแบบพื้นดิน ผู้วิจัยมองว่าควรมีงานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องเพื่อผลักดันและสนับสนุนให้หน่วยงานที่กำกับดูแลนักกีฬาเทนนิสเห็นถึงความสำคัญในการฝึกซ้อมและการแข่งขันของนักกีฬาเทนนิสบนสนามพื้นดิน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ในการแข่งขันเทนนิสบนพื้นดินของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับสมาคมกีฬาลอนเทนนิสแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (The Lawn Tennis Association of Thailand Under His Majesty's Patronage) ผู้ฝึกสอน นักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปปรับใช้กับการวางแผนการฝึกซ้อมและกำหนดโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงในนักกีฬาเทนนิสที่แข่งขันบนพื้นดิน อันจะเป็นแนวทางหนึ่งในการยกระดับ ศักยภาพของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชนของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาระหว่างกลุ่มนักกีฬาที่ชนะและกลุ่มนักกีฬาที่แพ้ขณะแข่งขันบนสนามเทนนิสแบบพื้นดิน

2. เพื่อเปรียบเทียบพื้นที่ในการเล่นเกมรับ-เกมรุก ระหว่างกลุ่มนักกีฬาที่ชนะและกลุ่มนักกีฬาที่แพ้ขณะแข่งขันบนสนามเทนนิสแบบพื้นดิน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการในรูปแบบของการทดลอง (Experimental Research) จำลองการแข่งขันเทนนิสเพื่อต้องการให้นักกีฬาแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่และผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลได้ใกล้เคียงกับสถานการณ์การแข่งขันจริงมากที่สุด มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

สมมติฐานของการวิจัย

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาระหว่างกลุ่มนักกีฬาที่ชนะและกลุ่มนักกีฬาที่แพ้ขณะแข่งขันบนสนามเทนนิสแบบพื้นดินมีความแตกต่างกัน

2. พื้นที่ในการเล่นเกมรับ-เกมรุก ระหว่างกลุ่มนักกีฬาที่ชนะและกลุ่มนักกีฬาที่แพ้ขณะแข่งขันบนสนามเทนนิสแบบพื้นดินมีความแตกต่างกัน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

เป็นนักกีฬาเทนนิสเยาวชนเพศชายที่มีอายุระหว่าง 14-16 ปี ซึ่งเคยเข้าร่วมการแข่งขันเทนนิสเยาวชนเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทยอย่างน้อย 3 ปี (ระหว่างปี 2560-2565) จำนวน 20 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชนที่มีอายุระหว่าง 14-16 ปี ซึ่งเคยเข้าร่วมการแข่งขันเทนนิสเยาวชนเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทยอย่างน้อย 3 ปี (ระหว่างปี 2560-2565) โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพศชาย จำนวน 16 คน เพื่อให้มีความสามารถทางด้านทักษะกีฬาเทนนิสในระดับเดียวกัน

1. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดลอง

1.1 เป็นนักกีฬาเทนนิส เพศชายที่มีอายุระหว่าง 14 - 16 ปี

1.2 เคยเข้าร่วมการแข่งขันเทนนิสเยาวชนชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทยอย่างน้อย 3 ปี (ระหว่างปี 2560 - 2565)

1.3 นักกีฬามีการฝึกซ้อมมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ อย่างน้อย 3 เดือน

1.4 ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคหอบหืด

1.5 ไม่มีอาการบาดเจ็บจนต้องเข้ารับการรักษาพยาบาลในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา

1.6 สมัครใจเข้าร่วมในงานวิจัยและยินดีลงนามในการเข้าร่วมงานวิจัย

2. เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมการทดลองออก

2.1 ผู้เข้าร่วมการทดลองมีสิทธิ์ขอถอนตัวจากการทดลองได้ตลอดเวลา

2.2 เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย พร้อมอุปกรณ์ประกอบ เครื่องหมายการค้า Polar รุ่น H10 ประเทศฟินแลนด์

2. กล้องถ่ายวีดิโอพร้อมขาตั้งกล้อง เครื่องหมายการค้า Samsung รุ่น HMX-F80 ผลิตจากประเทศเกาหลีใต้

3. เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องหมายการค้า Omron รุ่น HBF-224 ประเทศญี่ปุ่น

4. นาฬิกาจับเวลา เครื่องหมายการค้า Casio รุ่น HS-30W ประเทศญี่ปุ่น

5. แบบบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะแข่งขันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. แบบบันทึกคะแนนการแข่งขันเทนนิส (ITF, 2021)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. หนังสือรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผ่านการพิจารณาอนุมัติจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ให้ดำเนินการวิจัยได้ตามหมายเลขใบรับรอง SWUEC-G- 275/2565E ลงวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565

2. ผู้วิจัยให้เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participant Information Sheet) และหนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยจากผู้ปกครองและกลุ่มตัวอย่าง (Informed Consent Form)

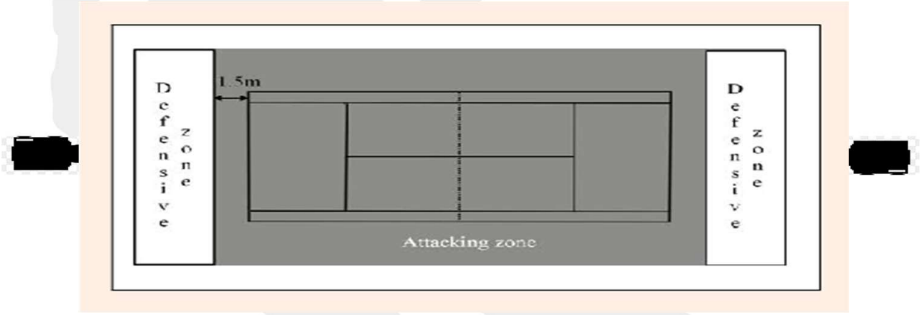
3. ผู้วิจัยจำลองการแข่งขันโดยใช้การแข่งขันในระบบ 2:3 เซต ดิวซ์ปกติ ตามกติกาเทนนิสสากล (ITF, 2021) ทำการประกบคู่การแข่งขันประเภทชายเดี่ยว จำนวน 8 คู่ มีผู้ช่วยในการเก็บข้อมูลจำนวน 5 คน สนามเทนนิสพื้นดินเป็นสนามในร่มกำหนดการเก็บข้อมูลในช่วงเช้า 09.00–12.00 น. เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยจัดการแข่งขันให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์แข่งขันจริงมากที่สุด นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้กำหนดรางวัลสำหรับผู้ชนะเพื่อเป็นแรงจูงใจที่จะทำให้นักกีฬาเทนนิสเล่นเต็มความสามารถ ผู้วิจัยจะทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการแข่งขัน (Polar H10) และทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหวตลอดการแข่งขันด้วยกล้องวีดีโอ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์พื้นที่ในการเล่นของนักกีฬาขณะแข่งขันด้วย

4. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum Heart Rate) อัตราการ เต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย (Average Heart Rate) และการเผาผลาญพลังงาน (Metabolism) ในขณะแข่งขัน โดยบันทึกตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการแข่งขันในแต่ละเซต (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 อธิบายขั้นตอนและการติดตั้งเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

5. การวิเคราะห์พื้นที่ในการเล่น (Tennis Zone) ขณะแข่งขันเทนนิสบนสนามพื้นดิน โดยผู้วิจัยติดตั้งกล้องวีดีโอสำหรับบันทึกการแข่งขันฝั่งละ 1 ตัว รวมทั้งสิ้น 2 ตัว (Klaus, Bradshaw, Young, O'Brien, & Zois, 2017) โดยวางไว้มุมสูงท้ายคอร์ดบริเวณกึ่งกลางสนามห่างจากเส้นท้ายคอร์ด 3 เมตร และไม่รบกวนการแข่งขันของนักกีฬาตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการแข่งขัน



ภาพที่ 2 การติดตั้งกล้องเพื่อวิเคราะห์พื้นที่ในการเล่น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows (SPSS version 24, IBM, llinois, USA) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลที่ใช้ในขณะแข่งขัน โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk Test

2. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง (อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย และประสบการณ์การแข่งขันรายการชิงแชมป์ประเทศไทย)

3. เปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) อัตราการเต้นของหัวใจ โดยเฉลี่ย (AvgHR) การเผาผลาญพลังงาน (Metabolism) และพื้นที่ในการเล่น (Tennis Zone) ระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ด้วยวิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Samples t-test) หากพบความแตกต่างรายคู่จะทดสอบด้วยวิธีของ LSD

4. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	กลุ่มตัวอย่าง (n=16) $\bar{X}$ ± SD
อายุ (ปี)	15.50±0.63
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	67.25±7.72
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	178.44±8.08
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร^2)ประสบการณ์การ	21.12±1.93
แข่งขัน (ปี)	3.56±0.51

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน มีค่าเฉลี่ยของอายุเท่ากับ 15.50 ± 0.63 ปี, น้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 67.25 ± 7.72 กิโลกรัม, ส่วนสูงเฉลี่ย เท่ากับ 178.44 ± 8.08 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย เท่ากับ 21.12 ± 1.93 กิโลกรัม/ตารางเมตร^2 และประสบการณ์การแข่งขันรายการชิงแชมป์ประเทศไทยของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 3.56±0.51 ปี

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยการเผาผลาญพลังงาน พื้นที่ในการเล่นเกมรุกและพื้นที่ในการเล่นเกมรับ ระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ เซตที่1

ตัวแปรตาม	กลุ่มที่ชนะ	กลุ่มที่แพ้	t	p
MHR_1 (เปอร์เซ็นต์)	78.50±4.87	75.13±3.72	1.558	.282
$AvgHR_1$ (ครั้ง/นาที)	157.00±7.09	144.88±8.75	3.043	.773
Metabolism (Kcal.)	362.50±72.75	407.13±155.00	-.737	.001*
OZ_1 (ครั้ง)	74.13±29.55	75.13±44.13	-.053	.266
DZ_1 (ครั้ง)	27.25±19.55	32.75±11.53	-.685	.289

หมายเหตุ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p<0.05, MHR_1; อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เซตที่ 1, $AvgHR_1$; อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย เซตที่ 1, $Metabolism_1$; การเผาผลาญพลังงาน เซตที่ 1, OZ_1; พื้นที่ในการเล่นเกมรุก เซตที่ 1, DZ_1; พื้นที่ในการเล่นเกมรับ เซตที่ 1*

จากตารางที่ 2 พบว่าการเผาผลาญพลังงานของนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย พื้นที่ในการเล่นเกมรุกและพื้นที่ในการเล่นเกมรับไม่พบความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยการเผาผลาญพลังงาน พื้นที่ในการเล่นเกมรุกและพื้นที่ในการเล่นเกมรับ ระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ เซตที่ 2

ตัวแปรตาม	กลุ่มที่ชนะ	กลุ่มที่แพ้	t	p
MHR_2 (เปอร์เซ็นต์)	79.00±6.00	75.75±4.16	1.258	.276
$AvgHR_2$ (ครั้ง/นาที)	162.50±6.99	148.75±9.08	3.393	.245
$Metabolism_2$ (Kcal.)	372.13±69.98	419.25±150.76	-.802	.001*
OZ_2 (ครั้ง)	79.75±30.54	78.13±44.16	.086	.248
DZ_2 (ครั้ง)	31.00±20.05	31.50±12.89	-.059	.353

หมายเหตุ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p<0.05, MHR_2; อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เซตที่ 2, $AvgHR_2$; อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย เซตที่ 2, $Metabolism_2$; การเผาผลาญพลังงาน เซตที่ 2, OZ_2; พื้นที่ในการเล่นเกมรุก เซตที่ 2, DZ_2; พื้นที่ในการเล่นเกมรับ เซตที่ 2*

จากตารางที่ 3 พบว่าการเผาผลาญพลังงานของนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย พื้นที่ในการเล่นเกมรุกและพื้นที่ในการเล่นเกมรับไม่พบความแตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาเรื่องการตอบสนองทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์ในการแข่งขันเทนนิสบนพื้นดินของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน เพื่อต้องการให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการวิจัยที่ได้ไปปรับใช้กับการวางแผนการฝึกซ้อมและกำหนดโปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงในนักกีฬาเทนนิสที่แข่งขันบนพื้นดิน เพื่อยกระดับศักยภาพของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชนของประเทศไทยในอนาคต

ผลการศึกษาพบว่า

1. การเผาผลาญพลังงานระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p<0.05 (p=0.001*) ทั้งการแข่งขันในเซตที่ 1 (กลุ่มที่ชนะ; 362.50±72.75, กลุ่มที่แพ้; 407.13±155.00) และการแข่งขันในเซตที่ 2 (กลุ่มที่ชนะ; 372.13 ± 69.98, กลุ่มที่แพ้; 419.25 ± 150.76) เนื่องจากกระบวนการสร้างพลังงานของร่างกายในนักกีฬาเทนนิสจะแตกต่างกัน ทั้งระยะเวลาและระดับความหนักของกิจกรรม จากการวิเคราะห์ข้อมูลนักกีฬากลุ่มที่แพ้จะมีปริมาณการวิ่งและการเคลื่อนที่มากกว่านักกีฬากลุ่มที่ชนะ จึงทำให้ร่างกายต้องเผาผลาญพลังงานสูงกว่านักกีฬากลุ่มที่ชนะ ระบบพลังงานหลักที่ร่างกายสร้างขึ้นคือ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต หรือ ATP ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นได้โดย 3 ระบบพลังงาน คือ 1) ระบบฟอสฟาเจน จะให้พลังงานรวดเร็วสำหรับใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบรวดเร็วและเฉียบพลันในระยะเวลาอันสั้นประมาณ 8–10 วินาที 2) ระบบไกลโคเจน-กรดแล็กติก เป็นระบบที่สลายไกลโคเจนโดยไม่อาศัยออกซิเจน ซึ่งจะให้พลังงานสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการออกกำลังกายในระยะเวลาที่ยาวกว่าระบบแรก คือประมาณ 80–100 วินาที และ 3) ระบบพลังงานแบบแอโรบิคจะให้พลังงานสำหรับการออกกำลังกายด้วยความหนักปานกลางและระยะเวลายาวนานอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปริมาณการสะสมของสารอาหารในร่างกายนั้นจะมีผลโดยตรงต่อระยะเวลาในการออกกำลังกาย นอกจากนี้ฮอร์โมนและสารเคมีต่าง ๆ นั้นมีบทบาทในการกระตุ้นการสร้างพลังงานในการออกกำลังกายด้วยเช่นกัน พลังงานแต่ละระบบนั้นมีความสอดคล้องกับการแสดงประสิทธิภาพในแต่ละประเภทกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬาจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในความรู้พื้นฐานของระบบพลังงานของร่างกายเพื่อที่จะสามารถนำความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมได้ต่อไป

2. อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) ระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ $p<0.05$ ทั้งการแข่งขันในเซตที่ 1 (กลุ่มที่ชนะ; 78.50±4.87%, กลุ่มที่แพ้; 75.13±3.72%) และการแข่งขันในเซตที่ 2 (กลุ่มที่ชนะ; 79.00 ± 6.00%, กลุ่มที่แพ้; 75.75 ± 4.16%) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของนักกีฬาทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มนักกีฬาที่ประสบผลสำเร็จ (กลุ่มที่ชนะ) และกลุ่มนักกีฬาที่ไม่ประสบผลสำเร็จ (กลุ่มที่แพ้) ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากประสบการณ์การแข่งขันของนักกีฬาอยู่ใน ระดับเดียวกัน จึงสามารถใช้พลังงานระบบแอนแอโรบิคและพลังงานระบบแบบแอโรบิคในระดับความหนักสูง เพื่อเคลื่อนไหวในทักษะต่าง ๆ ได้ดี (Teerapan Sangkaew, 2024) โดยทั่วไปอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความหนักในขณะแข่งขันกีฬาได้ อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับระดับความหนักของงานและปริมาณการใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังกาย โดยในการออกกำลังกายที่มีความหนักเท่ากันตลอด (Steady State Exercise) อัตราการเต้นของหัวใจจะมีระดับคงที่ตลอดการออกกำลังกาย แต่ในการออกกำลังกายแบบความหนักไม่คงที่ (Intermittent Exercise) การเพิ่มของอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นและลดลงตามระดับความหนักของงานที่เกิดขึ้น ซึ่งในกีฬาเทนนิสนั้นลักษณะความหนักจะเป็นแบบไม่คงที่และไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ใช้ความเร็วในการวิ่งระดับสูง ซ้ำ ๆ หลาย ๆ เที่ยว (Kovacs, 2007) ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของนักกีฬา อาจเนื่องมาจากการเล่นเกมรุกที่ดุดันและรุ่นแรงกว่า เพื่อต้องการทำแต้มในเกมนั้น ๆ อีกทั้งการเร่งความเร็วอย่างทันทีทันใดในขณะเคลื่อนที่เพื่อจบแต้มส่งผลให้การอัตราการเต้นของหัวใจสูง

3. อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย (Avg.HR) ระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ $p<0.05$ ทั้งการแข่งขันในเซตที่ 1 (กลุ่มที่ชนะ; 157.00±7.09 ครั้ง/นาที, กลุ่มที่แพ้; 144.88±8.75 ครั้ง/นาที) และการแข่งขันในเซตที่ 2 (กลุ่มที่ชนะ; 162.50 ± 6.99 ครั้ง/นาที, กลุ่มที่แพ้; 148.75 ± 9.08 ครั้ง/นาที) สาเหตุของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในนักกีฬากลุ่มที่ชนะจะมีแนวโน้มสูงกว่านักกีฬากลุ่มที่แพ้ เพราะการแข่งขันบนสนามพื้นดินอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงการแข่งขันบนสนามพื้นแข็ง อีกทั้งความรุนแรงในการตีแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของเกมการแข่งขันว่าผู้เล่นจะเลือกใช้กลยุทธ์หรือวิธีการอย่างไรเพื่อให้ได้แต้มในแต่ละแต้ม วิธีการนั้นอาจจะใช้พลังที่สูงกว่าคู่ต่อสู้ แต่ผลลัพธ์อาจจะไม่เหมือนกับการแข่งขันบนสนามพื้นแข็ง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มที่เป็นนักกีฬาเทนนิสเยาวชนของไทยยังติดรูปแบบการเล่นบนสนามพื้นแข็ง เช่น พยายามตีบนที่รุนแรง ใช้การตีโต้ที่สั้นเพื่อจบแต้ม การเสิร์ฟแล้วตามด้วยการเล่นลูกวอลเลย์หน้าตาข่าย วิธีการดังกล่าวจะไม่ส่งผลดีต่อการเล่นบนสนามพื้นดิน ผลการวิจัยที่ได้สูงกว่าการศึกษาที่ผ่านมา อาจเนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจำลองการแข่งขันได้จำลองการแข่งขันสนามในร่ม (Indoor Court) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตลอดการแข่งขันมีปริมาณสูง การระบายอากาศน้อย การหายใจของนักกีฬาทำได้ยากกว่าการแข่งขันกลางแจ้ง (Outdoor Court) อีกทั้งผู้วิจัยได้ศึกษาในกลุ่มนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชนที่มีระดับความสามารถทางทักษะและสมรรถภาพทางกายใกล้เคียงกัน จึงอาจส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยขณะแข่งขันของนักกีฬากลุ่มที่ชนะและกลุ่มที่แพ้ไม่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยที่ผ่านมายังพบว่า นักกีฬาเพื่อความเป็นเลิศมีประสบการณ์การแข่งขันที่สูงจะมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่ากลุ่มนักกีฬาสมัครเล่นในกิจกรรมที่ระดับความหนักสูง (Fernandez-Fernandez et al., 2012) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าปัจจัยด้านอัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยและอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่จำแนกผลแพ้ชนะของการแข่งขันเทนนิสได้

4. พื้นที่ในการเล่นทั้งเกมรุก (Offensive Zone) และเกมรับ (Defensive Zone) ระหว่างนักกีฬากลุ่มที่ชนะและนักกีฬากลุ่มที่แพ้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ $p<0.05$ การแข่งขันในเซตที่ 1 จำแนกตามเกมรุก (กลุ่มที่ชนะ; 74.13±29.55 ครั้ง, กลุ่มที่แพ้; 75.13±44.13 ครั้ง) จำแนกตามเกมรับ (กลุ่มที่ชนะ; 27.25±19.55 ครั้ง, กลุ่มที่แพ้; 32.75±11.53 ครั้ง) สำหรับการแข่งขันในเซตที่ 2 จำแนกตามเกมรุก (กลุ่มที่ชนะ; 79.75 ± 30.54 ครั้ง, กลุ่มที่แพ้; 78.13 ± 44.16 ครั้ง)จำแนกตามเกมรับ (กลุ่มที่ชนะ; 31.00 ± 20.05 ครั้ง, กลุ่มที่แพ้; 31.50 ± 12.89 ครั้ง) การแข่งขันกีฬาเทนนิสบนพื้นดินนั้น นักกีฬาส่วนใหญ่จะยืนบริเวณนอกสนามและเคลื่อนที่บริเวณเส้นท้ายคอร์ดเป็นหลัก ซึ่งเป็นพื้นที่ในการเล่นเกมรับเป็นส่วนใหญ่ และมีการเคลื่อนที่ถอยหลังบ่อยครั้ง เพราะคู่แข่งขันมักจะตีบอลกระดอนสูงเพื่อทำคะแนนซึ่งเป็นลูกที่รับยากกว่าการตีบอลแฟลต (Kovacs, 2007) สอดคล้องกับการศึกษาของ นิรอมลี มะกาเจ ราตรี เรืองไทย เอธัส ทองดี อนิวรรตน์ รัตนะ และเพ็ญนิภา พูลสวัสดิ์ (Niromlee, Ratree, Atus, Aniwat, & Phennipha, 2017) ตำแหน่งที่นักกีฬาจะเคลื่อนที่บ่อยคือการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายเพราะคู่แข่งขันมักตีลูกไปทางซ้ายมือซึ่งเป็นข้างที่ไม่ถนัดของนักกีฬาเนื่องจากนักกีฬาถนัดมือขวาเป็นส่วนใหญ่ โดยลักษณะการตีลูกดังกล่าวจะเป็นการบังคับเพื่อให้ฝ่ายรับตีลูกแบคแฮนด์ ซึ่งเป็นทักษะที่ยากในการควบคุมทิศทางมากกว่าการตีลูกโฟร์แฮนด์

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความต้องการทางสรีรวิทยาและการตอบสนองทางสรีรวิทยาระหว่างการแข่งขันเทนนิสบนสนามแบบพื้นดินที่เป็นคอร์ดในร่ม (Indoor Court) กับคอร์ดกลางแจ้ง (Outdoor Court)

2. ควรมีการศึกษาผลฉับพลันของฝุ่นละลองที่เกิดขึ้นกับนักกีฬาจากการแข่งขันเทนนิสบนสนามแบบพื้นดินที่เป็นคอร์ดในร่ม (Indoor Court)

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์บนสนามแบบพื้นดิน ทั้งการแข่งขันประเภทเดี่ยวและประเภทคู่ นักกีฬาเทนนิสหญิงและนักกีฬาเทนนิสชาย

References

Cui, Y., Gómez, M.-Á., Gonçalves, B., Liu, H., & Sampaio, J. (2017). Effects of experience and relative quality in tennis match performance during four Grand Slams. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 17*(5), 783-801.

Elliott, B., Reid, M., & Crespo, M. (2009). *Technique development in tennis stroke production*. International Tennis Federation.

Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British journal of sports medicine*, *40*(5), 387-391.

Fernandez-Fernandez, J., Kinner, V., & Ferrauti, A. (2010). The physiological demands of hitting and running in tennis on different surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(12), 3255-3264.

Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Muñoz, C., Aleja Tellez, J. G., Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Physiological responses to on-court vs running interval training in competitive tennis players. *Journal of sports science & medicine*, *10*(3), 540.

Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-intensity interval training vs. repeated-sprint training in tennis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(1), 53-62.

Fitzpatrick, A., Stone, J. A., Choppin, S., & Kelley, J. (2019). Important performance characteristics in elite clay and grass court tennis match-play. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *19*(6), 942-952.

ITF. (2021). Rule of Tennis 2021. Retrieved from https://www. itftennis.com/ media/4421 /2021-rules-of-tennis-english.pdf

Klaus, A., Bradshaw, R., Young, W., O'Brien, B., & Zois, J. (2017). Success in national level junior tennis: Tactical perspectives. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *12*(5), 618-622.

Kovacs, M. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British journal of sports medicine, 40*(5), 381-386.

Landlinger, J., Stöggl, T., Lindinger, S., Wagner, H., & Müller, E. (2012). Differences in ball speed and accuracy of tennis groundstrokes between elite and high-performance players. *European journal of sport science*, *12*(4), 301-308.

Niromlee M., Ratree R., Atus T., Aniwat R., & Phennipha P., (2017). Comparison of the physiological demand and activity pattern during tennis match-played simulation in elite junior players between winners and non-winners. *Journal of sports science and health, 18*(2), 29-41.

Reilly, T., Morris, T., & Whyte, G. (2009). The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. *Journal of sports sciences*, *27*(6), 575-589.

Sports Authority of Thailand. (2021). Strategic plan Sports Authority of Thailand *(2021 -2027).* Retrieved from https://www.sat.or.th/wpcontent/uploads/2020/09/ 2564-2570.pdf

Teerapan Sangkaew. (2024). Analysis of game and success level on tennis athletes playing on a clay court. *Academic Journal of Thailand National Sports University, 16*(3), 179-190.

Received: March, 26, 2025

Revised: June, 11, 2025

Accepted: June, 25, 2025