

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original articles)

วิทยาศาสตร์การโค้ช (Sports Coaching Science)

THE PHYSIOLOGICAL RESPONSE, VALIDITY AND RELIABILITY OF SOCCER-SPECIFIC FIELD TESTS FOR ASSESSING AEROBIC FITNESS IN AMATEUR SOCCER PLAYERS.

Niromlee MAKAJE¹

¹ Department of Sports and Health, Faculty of Sports Science, Kasetsart University. Kampeangsean Campus, Nakhonpathom. Thailand. 73140

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the physiological responses, validity and reliability of the specific field tests in amateur soccer players. Thirteen male amateur soccer players of university level (19-21 years old) were participated in this study. All participants executed the laboratory test on treadmill and determining maximal oxygen consumption (VO_{2max}) with the gas analyzer device, The field tests consisted of the multistage fitness test (The MFT), The yo-yo intermittent endurance test level 1 (The Yo-Yo IE 1), the yo-yo intermittent recovery test level 1 (The Yo-Yo IR1) and the Hoff test in four separate periods with a one day interval. HR and blood lactate were record at the end of each field tests. All participants executed the field tests in two occasions. Statistical analysis consisted mean, standard deviation and Pearson Product Moment Correlation Coefficient. An alpha level of 0.05 was used on all statistical tests.

Results showed that HR of the four field tests were 179.5-184.9 bpm (89.8-92.7%HRmax) and blood lactate concentration in the end of tests were 7.5-7.8 mmol/l. The MFT, the Yo-Yo IE1 and the Yo-Yo IR1 performance were significantly related to VO_{2max} in the laboratory test ($r = 0.76, 0.79$ and 0.85 respectively; $P < 0.01$) and the Hoff test performance were significantly related to VO_{2max} ($r = 0.53$; $P < 0.05$). In addition, the result showed that all field tests were high test-retest reliability ($r = 0.84-0.95$; $P < 0.01$)

These findings suggest that soccer specific field tests in this study are suitable for determining aerobic fitness in amateur soccer players, the Yo-Yo IR1 may be considered as a valid soccer specific field test for the assessment of aerobic in amateur soccer players more than the Yo-Yo IE1, the MFT and the Hoff test respectively.

(Journal of Sports Science and Technology 2015; 15(2) : 19-32)

Key words : the soccer-specific field test, aerobic fitness and soccer players,

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original articles)

วิทยาศาสตร์การโค้ช (Sports Coaching Science)

การตอบสนองทางสรีรวิทยา ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของการทดสอบภาคสนามที่เฉพาะเจาะจง สำหรับการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิกในนักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่น

นิรอมลี มะกาเจ¹

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม 73140

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของการทดสอบภาคสนามวิธีต่าง ๆ ในนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักฟุตบอลชาย อายุ 19-21 ปี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักกีฬาสมัครเล่นที่ฝึกซ้อมเข้าแข่งขันในระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะต้องทำการทดสอบค่า VO_{2max} ในห้องปฏิบัติการโดยการวิ่งบนลูกลูกควดคู่กับการวิเคราะห์ก๊าซ และทำการทดสอบในภาคสนาม 4 วิธี ประกอบด้วย การทดสอบ The Multistage Fitness Test (The MFT) การทดสอบ The Yo-Yo Intermittent Endurance Test Level 1 (The Yo-Yo IE 1) การทดสอบ The Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (The Yo-Yo IR1) และการทดสอบ The Hoff Test โดยจะเว้นระยะพักในแต่ละวิธีการ 1 วัน ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และวัดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดภายหลังเสร็จสิ้นการทดสอบแต่ละวิธี ซึ่งในการทดสอบภาคสนามของแต่ละวิธีนั้น จะทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ Pearson Product Moment Correlation Coefficient กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า การทดสอบภาคสนามทั้ง 4 วิธี มีอัตราการเต้นหัวใจขณะทดสอบเท่ากับ 179.5-184.9 ครั้ง/นาที คิดเป็น 89.8-92.7% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และมีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกเท่ากับ 7.5 -7.8 มิลลิโมลต่อลิตร โดยระยะทางที่ได้จากการทดสอบ The MFT การทดสอบ The Yo-Yo IE 1 และการทดสอบ The Yo-Yo IR1 มีความสัมพันธ์กับค่า VO_{2max} ที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($r = 0.76$ 0.79 และ 0.85 ตามลำดับ) ส่วนการทดสอบ The Hoff Test มีความสัมพันธ์กับค่า VO_{2max} ที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($r = 0.53$) นอกจากนี้ พบว่า การทดสอบภาคสนามทั้ง 4 วิธี มีค่าความเชื่อมั่นของการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง อยู่ในระดับที่สูง ($r=0.84$ -0.95: $P<0.01$) ดังนั้นสรุปได้ว่า การทดสอบภาคสนามทั้งหมดที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นสามารถที่จะนำมาใช้ประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิกในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่นได้ โดยวิธีการที่ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการมากที่สุดคือ การทดสอบ The Yo-Yo IR1 รองลงมา คือ การทดสอบ The Yo-Yo IE 1 การทดสอบ The MFT และการทดสอบ The Hoff Test ตามลำดับ

(Journal of Sports Science and Technology 2015; 15(2) : 19-32)

คำสำคัญ: แบบทดสอบที่เฉพาะเจาะจง, สมรรถภาพด้านแอโรบิก, นักฟุตบอล

บทนำ

ฟุตบอลเป็นกีฬายอดนิยมอันดับหนึ่งของประเทศไทยและของโลกที่ได้รับความสนใจจากคนดูและมีการเล่นกันอย่างแพร่หลาย แต่ละประเทศมีการจัดการแข่งขันมากมายหลายรายการ ทั้งในระดับอาชีพและระดับสมัครเล่น โดยแต่ละประเทศได้มีการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาฟุตบอลอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปัจจุบัน ทีมต่าง ๆ จึงประกอบไปด้วยนักกีฬาที่มีความสามารถเพิ่มมากขึ้น ฟุตบอลเป็นกีฬาที่จะใช้เวลาในการแข่งขันทั้งหมด 90 นาที แบ่งช่วงเวลาการแข่งขันออกเป็นสองครึ่ง ๆ ละ 45 นาที โดยตลอดการแข่งขัน นักกีฬาจะมีการเคลื่อนที่เป็นระยะทางรวมทั้งหมดประมาณ 10-12 กิโลเมตร โดยจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วในหลากหลายระดับ แบ่งเป็นการเดิน 25% วิ่งเหยาะ 38% วิ่งด้วยความเร็วระดับปานกลาง 20% วิ่งถอยหลัง 7% และวิ่งด้วยความเร็วระดับสูง 10 % ของระยะทางทั้งหมด นอกจากนั้น ระดับความหนักของกีฬาฟุตบอลที่ใช้ในขณะแข่งขันตลอดทั้งเกม พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหรือประมาณ 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และมีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในขณะแข่งขันเท่ากับ 4-6 มิลลิโมล/ลิตร^{1,2} ซึ่งจากข้อมูลงานข้างต้น จะเห็นได้ว่า ฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีระดับความหนักที่สูงมาก นักกีฬาจะต้องเคลื่อนที่ทั้งในขณะมีบอลและไม่มีบอลในการเล่นเกมรุกเพื่อหาโอกาสและจังหวะในการยิงประตูและการเล่นเกมรับเพื่อป้องกันการเสียประตู ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นักกีฬาจะต้องมีสมรรถภาพทางกายอยู่ในระดับที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถภาพด้านแอโรบิก ซึ่งเป็นสมรรถภาพที่ช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ในระดับที่สูงได้อย่างต่อเนื่องตลอดการแข่งขันได้^{3,4}

โดยทั่วไป การทดสอบสมรรถภาพทางกายเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา โดยผลที่ได้จากการทดสอบจะเป็นข้อมูลในการนำไปจัดโปรแกรมการฝึกซ้อม ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะถูกต้องมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับแบบทดสอบที่เลือกนำมาใช้ ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่ใช้ในกีฬานั้น ๆ และสอดคล้องกับความต้องการทางสรีรวิทยาและกิจกรรมที่ใช้ในขณะแข่งขัน^{5,6} ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา (sports-specific test) กันมากขึ้น โดยแบบทดสอบส่วนใหญ่จะเป็นการทดสอบที่ใช้ในภาคสนาม ซึ่งนอกจากจะมีลักษณะการทดสอบที่สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของกีฬาฟุตบอลแล้ว ยังช่วยให้สามารถดำเนินการทดสอบได้ง่ายขึ้น และใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบที่ไม่นานมาก ที่สำคัญ คือ สามารถทดสอบกับนักกีฬาได้ทั้งทีม ซึ่งจะสะดวกกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ⁷

สำหรับการทดสอบภาคสนามที่นิยมใช้ในการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิกของนักกีฬาฟุตบอลนั้น มีด้วยกันหลายวิธีการ ที่รู้จักกันดีและนิยมใช้กันทั่วไป คือ การทดสอบ The Multistage Fitness Test⁸ ซึ่งเป็นการทดสอบที่กำหนดให้นักกีฬามีการวิ่งไป-กลับในระยะทาง 20 เมตร อย่างต่อเนื่องด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นทุกนาที จนนักกีฬาหรือผู้ทดสอบไม่สามารถวิ่งได้ตามความเร็วที่กำหนดได้ การทดสอบ The Yo-Yo Intermittent Endurance Test ซึ่งจะมีลักษณะการทดสอบที่จะกำหนดให้นักกีฬาวิ่งไป-กลับระยะ 20 เมตร ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น โดยมีช่วงเวลาพักแต่ละเที่ยว 5 วินาที และการทดสอบ The Yo-Yo Intermittent Recovery Test ซึ่งจะมีลักษณะการทดสอบเช่นเดียวกันกับ The Yo-Yo Intermittent Endurance Test แต่จะมีระดับความเร็วในการวิ่งที่สูงกว่าและมีช่วงเวลาพักแต่ละเที่ยวนานกว่าคือ 10 วินาที⁷ โดยทั้งสองแบบทดสอบนี้ จะมีระดับความเร็วในการวิ่งสองระดับให้เลือกทดสอบตามกลุ่มนักกีฬา ซึ่งจะแตกต่างกันที่ระดับความเร็วเริ่มต้นในการทดสอบ โดยระดับที่ 1 จะเหมาะสำหรับกลุ่มนักกีฬาเยาวชน หรือกลุ่มนักกีฬาสมัครเล่น ส่วนระดับที่ 2 เหมาะกับกลุ่มนักกีฬาที่มีการซ้อมอย่างต่อเนื่อง และเข้าร่วมการแข่งขันเป็นประจำ เช่น กลุ่มนักกีฬาอาชีพหรือระดับชั้นเลิศ นอกจากนั้น ยังมีการทดสอบ Hoff Test⁹ ซึ่งมีรูปแบบการทดสอบที่กำหนดให้นักกีฬาจะต้องเลี้ยงบอลไป

ตามสถานี่ต่าง ๆ ตามระยะทางที่กำหนด ให้ได้จำนวนรอบและระยะทางมากที่สุดในเวลา 8 นาที ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการทดสอบสำหรับนักกีฬาฟุตบอลที่ใช้ในภาคสนามนั้น มีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งการประเมินผลการทดสอบมักจะนำระยะทางที่นักกีฬาทดสอบได้เป็นตัวแปรในการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิก จึงเป็นวิธีการที่ง่ายสำหรับผู้ฝึกสอนที่จะนำไปใช้และดำเนินการทดสอบได้

อย่างไรก็ดี งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบสำหรับการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิกส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นศึกษาในกลุ่มของนักกีฬาฟุตบอลระดับชั้นเลิศหรือกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่เล่นในสโมสรต่าง ๆ ระดับอาชีพ โดยในกลุ่มของนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่นซึ่งเป็นกลุ่มที่มีทักษะความสามารถและประสบการณ์การแข่งขันที่ไม่สูงมาก ยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างน้อยและจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะศึกษาและเลือกวิธีการทดสอบภาคสนามที่เหมาะสมกับนักกีฬาในกลุ่มนี้ โดยจะศึกษาจากระดับความหนักของการตอบสนองทางสรีรวิทยา การหาความเที่ยงตรงของการทดสอบโดยการนำมาหาความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการวิเคราะห์ก๊าซ ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิกได้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด และการหาคุณภาพของการทดสอบด้านความเชื่อมั่น ซึ่งการทดสอบภาคสนามที่เฉพาะเจาะจงกับกีฬาฟุตบอลที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย การทดสอบ The Multistage Fitness Test (The MFT) การทดสอบ The Yo-Yo Intermittent Endurance Test Level 1 (The Yo-Yo IE1) การทดสอบ The Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 (The Yo-Yo IR1) และการทดสอบ The Hoff Test ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้สามารถเลือกรูปแบบวิธีการทดสอบที่เหมาะสมกับนักกีฬาระดับสมัครเล่นได้ ซึ่งจะทำให้การประเมินผลการทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกมีความถูกต้องมากขึ้น

วิธีการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย อายุ 19-21 ปี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักฟุตบอลระดับสมัครเล่น ที่เตรียมฝึกซ้อมเข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย สังกัดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยได้จากการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างจะมีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ และไม่เคยมีประวัติเข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลซึ่งเป็นตัวแทนทีมชาติ การแข่งขันระดับอาชีพและการแข่งขันที่จัดขึ้นโดยสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษา (exclusion criteria) ดังนี้

- เกณฑ์การคัดเลือก

1. เป็นนักฟุตบอลชาย ในตำแหน่งของผู้เล่น
2. มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์
3. ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บของเอ็น กล้ามเนื้อ และข้อต่อ ที่เปื้อนต่อการวิจัย
4. มีความสนใจเข้าร่วมการวิจัย

- เกณฑ์การคัดออก

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น มีปัญหาบาดเจ็บ และเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น
2. ไม่ให้ความร่วมมือ และขาดการเข้าร่วมวิจัยตามวันและระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดไว้
3. กลุ่มตัวอย่างไม่สนใจที่จะเข้าร่วมการวิจัยต่อ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. สัปดาห์แรกจะให้กลุ่มตัวอย่างทำการวัดลักษณะทางกายภาพประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกในห้องปฏิบัติการ จากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่างพักเป็นเวลา 2 วัน แล้วจึงเริ่มทำการทดสอบภาคสนาม 4 วิธี คือ การทดสอบ The MFT, The Yo-Yo IE1, The Yo-Yo IR1 และ The Hoff test โดยเว้นช่วงพักของการทดสอบแต่ละวิธีเป็นระยะเวลาห่าง 1 วัน การทดสอบจะดำเนินการในช่วงเวลา 16.00-18.00 น.

2. การทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกในห้องปฏิบัติการ จะประเมินจากอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) โดยการวิ่งบนลูกลูกศรกับการใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (gas analyzer) ด้วยชุดอุปกรณ์ Oxycon Mobile โดยกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนจะวิ่งบนลูกลูกศรด้วยความเร็วเริ่มต้นที่ 8 กม./ชม. ความชัน 1% เป็นระยะเวลา 3 นาที จากนั้นจะเพิ่มระดับความเร็ว 1 กม./ชม. ทุกนาที จนผู้กลุ่มตัวอย่างหมดแรงและไม่สามารถที่จะทดสอบต่อไปได้ ทำการบันทึกอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน โดยใช้หน่วยเป็น มล./กก./นาที¹⁰

3. การทดสอบภาคสนาม The MFT กลุ่มตัวอย่างจะต้องวิ่งไป-กลับในระยะ 20 เมตร อย่างต่อเนื่องตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียงของโปรแกรมการทดสอบ โดยจะใช้ความเร็วเริ่มต้นที่ 8.5 กม./ชม. และความเร็วจะเพิ่มขึ้น 0.5 กม./ชม. ทุก ๆ 1 นาที จนกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถที่จะรักษาระดับความเร็วในการวิ่งทันสัญญาณเสียงที่กำหนดได้ ทำการบันทึกระยะทางทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทดสอบได้ โดยใช้หน่วยเป็นเมตร⁸

4. การทดสอบภาคสนาม The Yo-Yo IE1 กลุ่มตัวอย่างจะต้องวิ่งไป-กลับในระยะทาง 20 เมตร ตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียงของโปรแกรมการทดสอบ แต่ละเที่ยวจะพัก 5 วินาที โดยการเดินในเขตระยะ 2.5 เมตร ความเร็วจะเริ่มต้นที่ 8.0 กม./ชม. กลุ่มตัวอย่างจะต้องวิ่งตามความเร็วในจำนวนเที่ยวที่กำหนด และจะหยุดการทดสอบลงเมื่อไม่สามารถวิ่งทันกับสัญญาณเสียงได้ ทำการบันทึกระยะทางทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างทดสอบได้โดยใช้หน่วยเป็นเมตร⁷

5. การทดสอบภาคสนาม The Yo-Yo IR1 กลุ่มตัวอย่างจะต้องวิ่งไป-กลับในระยะทาง 20 เมตร ตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียงของโปรแกรมการทดสอบ โดยแต่ละเที่ยวจะพัก 10 วินาที ในเขตระยะ 5 เมตร ความเร็วของการทดสอบจะเริ่มต้นที่ 10.0 กม./ชม. กลุ่มตัวอย่างจะต้องวิ่งตามระดับความเร็วในจำนวนเที่ยวที่กำหนด และจะหยุดการทดสอบลง เมื่อไม่สามารถวิ่งทันกับสัญญาณเสียงได้ ทำการบันทึกระยะทางทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทดสอบได้โดยใช้หน่วยเป็นเมตร⁷

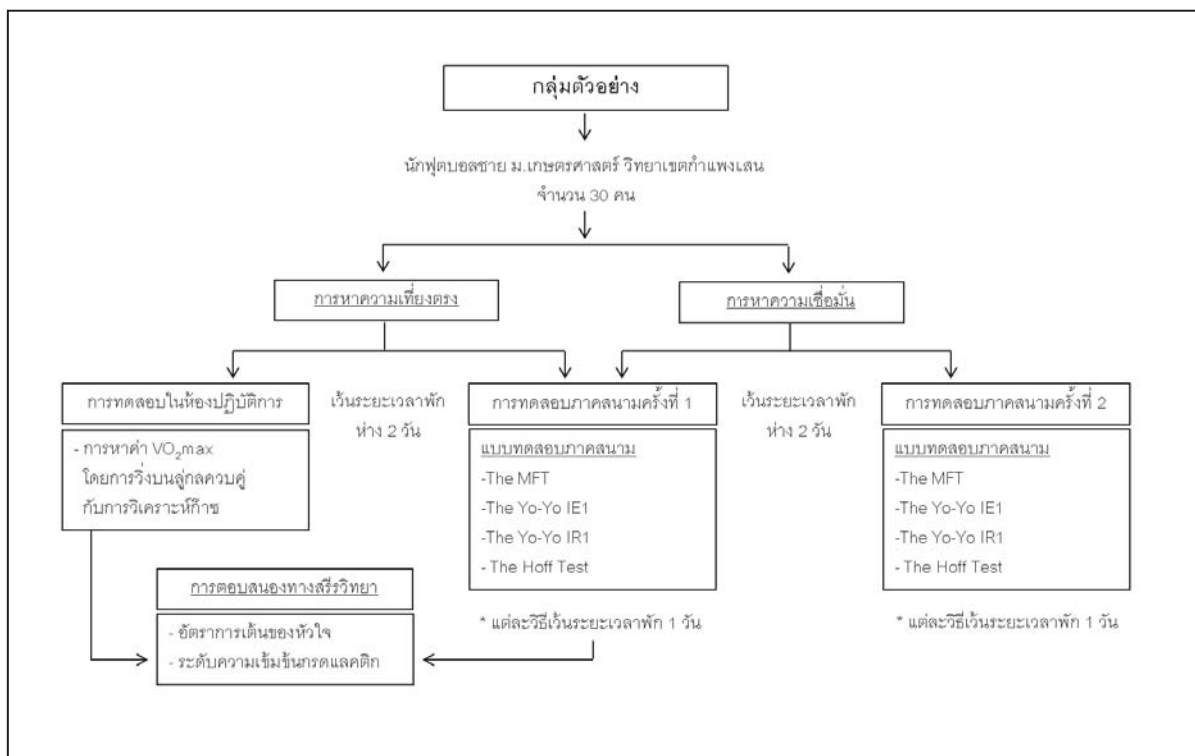
6. การทดสอบภาคสนาม The Hoff Test กลุ่มตัวอย่างจะต้องทดสอบโดยการเลี้ยงบอลไปในทิศทางต่าง ๆ โดยใช้กรวยและรั้วเป็นสถานี ตามที่รูปแบบการทดสอบได้กำหนด ในขนาดสนาม 55 x 30 เมตร เป็นเวลา 8 นาที โดยหนึ่งรอบของการทดสอบจะมีระยะทางทั้งหมด 290 เมตร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะต้องพยายามเลี้ยงบอลไปตามสถานีต่าง ๆ ให้ได้ระยะทางมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ภายในเวลา 8 นาที บันทึกระยะทางทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทดสอบได้ โดยใช้หน่วยเป็นเมตร⁹

7. หลังสิ้นสุดการทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกภาคสนามทั้ง 4 วิธี จะให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดพักเป็นระยะเวลา 2 วัน จากนั้นจะทำการทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกในภาคสนามทั้ง 4 วิธี ซ้ำใหม่อีกครั้ง โดยปฏิบัติตามกระบวนการทดสอบในครั้งที่ 1

8. การศึกษาตอบสนองทางสรีรวิทยา ผู้วิจัยจะทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Polar S810) ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดสอบในภาคสนามแต่ละวิธี และจะทำการเจาะเลือดที่บริเวณใบหูเพื่อวัดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบพกพา (Lactate Scout) โดยจะทำการวัดในวันที่ 3 ภายหลังจากหยุดการทดสอบแต่ละวิธี

9. การหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรง (validity) จะใช้วิธีการหาความเที่ยงตรงตามสภาพ (concurrency validity) โดยนำระยะทางที่ทดสอบได้จากการทดสอบภาคสนามวิธีการต่าง ๆ ไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า VO_{2max} ที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

10. การหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (reliability) จะใช้วิธีการทดสอบซ้ำ (test-retest) โดยนำระยะทางที่ทดสอบได้จากการทดสอบในภาคสนามวิธีการต่าง ๆ จากการทดสอบครั้งที่ 1 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับระยะทางที่ได้จากการทดสอบในครั้งที่ 2 ซึ่งแผนผังกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปได้ดังดังนี้



การวิเคราะห์ทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilks W Test ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นนักฟุตบอลชายระดับสมัครเล่น มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 20.3 ± 1.3 ปี น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 65.3 ± 3.4 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 171.4 ± 5.4 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยก่อนวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilks W Test พบว่าข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมมาได้ของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปเป็นตารางและความเรียงดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ และระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกจากการทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกในห้องปฏิบัติการและการทดสอบในภาคสนามวิธีการต่าง ๆ

การทดสอบ สมรรถภาพด้านแอโรบิก	อัตราการเต้นของหัวใจ		ระดับกรดแลคติก (มิลลิโมล/ลิตร)
	(ครั้ง/นาที)	(% HRmax)	
การทดสอบในห้องปฏิบัติการ	185.6 ± 6.1	93.8 ± 3.3	8.3 ± 1.7
การทดสอบในภาคสนาม			
- The MFT	180.6 ± 6.7	91.6 ± 4.2	7.5 ± 1.5
- The Yo-Yo IE1	183.2 ± 5.2	91.9 ± 3.8	7.8 ± 1.8
- The Yo-Yo IR1	184.9 ± 7.5	92.7 ± 4.9	8.1 ± 2.1
- The Hoff Test	179.5 ± 7.4	89.8 ± 4.8	7.5 ± 2.9

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกในห้องปฏิบัติการจะมีอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 185.6 ± 6.1 ครั้ง/นาที คิดเป็นระดับความหนักเท่ากับ $93.8 \pm 3.3\%$ การทดสอบ The MFT เท่ากับ 180.6 ± 6.7 ครั้ง/นาที คิดเป็น $91.6 \pm 4.6\%$ การทดสอบ The Yo-Yo IE1 เท่ากับ 183.2 ± 5.2 ครั้ง/นาที คิดเป็น $91.9 \pm 3.8\%$ การทดสอบ The Yo-Yo IR1 เท่ากับ 184.9 ± 7.5 ครั้ง/นาที คิดเป็น $92.7 \pm 4.9\%$ และการทดสอบ The Hoff Test เท่ากับ 179.5 ± 7.4 ครั้ง/นาที คิดเป็น $89.8 \pm 7.3\%$ ตามลำดับ

ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกจากการทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิกในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 8.3 ± 1.7 มิลลิโมลต่อลิตร การทดสอบ The MFT เท่ากับ 7.5 ± 1.5 มิลลิโมลต่อลิตร การทดสอบ The Yo-Yo IE1 เท่ากับ 7.8 ± 1.8 มิลลิโมลต่อลิตร การทดสอบ The Yo-Yo IR1 เท่ากับ 8.1 ± 2.1 มิลลิโมลต่อลิตร และการทดสอบ The Hoff Test เท่ากับ 7.5 ± 2.9 มิลลิโมลต่อลิตร

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเที่ยงตรงของการทดสอบภาคสนามวิธีการต่าง ๆ จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

สมรรถภาพด้านแอโรบิค	$\bar{X} \pm SD$	ความเที่ยงตรง	
		r	P-value
การทดสอบในห้องปฏิบัติการ ($VO_2\max$: มล./กก./นาที)	47.5 $\pm$ 4.5	-	-
การทดสอบในภาคสนาม (ระยะทาง: เมตร)			
- The MFT	1373.3 $\pm$ 236.9	0.76	.001**
- The Yo-Yo IE1	2365.3 $\pm$ 293.8	0.79	.001**
- The Yo-Yo IR1	920.0 $\pm$ 235.2	0.84	.000**
- The Hoff Test	1242.5 $\pm$ 153.9	0.53	.044*

* P<0.05 ** P<0.01

จากตารางที่ 2 พบว่า สมรรถภาพด้านแอโรบิค ($VO_2\max$) จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 47.5 $\pm$ 4.5 มล./กก./นาที และสมรรถภาพด้านแอโรบิค (ระยะทาง) จากการทดสอบ The MFT เท่ากับ 1373.3 $\pm$ 236.9 เมตร การทดสอบ The Yo-Yo IE1 เท่ากับ 2365.3 $\pm$ 293.8 เมตร การทดสอบ The Yo-Yo IR1 เท่ากับ 920.0 $\pm$ 235.2 เมตร และการทดสอบ The Hoff Test เท่ากับ 1242.5 $\pm$ 153.9 เมตร ตามลำดับ

ในส่วนของการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการทดสอบสมรรถภาพด้านแอโรบิคจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการทดสอบในภาคสนาม พบว่า การทดสอบ MFT การทดสอบ The Yo-Yo IR1 และการทดสอบ The Yo-Yo IE1 มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพด้านแอโรบิคที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 0.79 และ 0.85 ตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบ The Hoff Test มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.53

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่นของการทดสอบจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการทดสอบในภาคสนามวิธีการต่าง ๆ ระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

การทดสอบในภาคสนาม (ระยะทาง: เมตร)	ระยะทางจากการทดสอบ (เมตร)		ความเชื่อมั่น	
	การทดสอบครั้งที่ 1	การทดสอบครั้งที่ 2	r	P-value
การทดสอบในภาคสนาม				
- The MFT	1373.3 ± 236.9	1390.7 ± 217.8	0.90	.000**
- The Yo-Yo IE1	2365.3 ± 293.8	2380.3 ± 272.1	0.92	.000**
- The Yo-Yo IR1	920.0 ± 235.2	950.0 ± 220.7	0.95	.000**
- The Hoff Test	1242.5 ± 153.9	1265.3 ± 131.6	0.84	.000**

** P<0.01

จากตารางที่ 3 พบว่า สมรรถภาพด้านแอโรบิก (ระยะทาง) จากการทดสอบภาคสนามครั้งที่ 2 ในส่วนของการทดสอบ The MFT เท่ากับ 1390.7 ± 217.8 เมตร การทดสอบ The Yo-Yo IE1 เท่ากับ 2380.3 ± 272.1 เมตร การทดสอบ The Yo-Yo IR1 เท่ากับ 950.0 ± 220.7 เมตร และการทดสอบ The Hoff Test เท่ากับ 1265.3 ± 131.6 เมตร ตามลำดับ

ในส่วนของการหาเชื่อมั่นของแบบทดสอบจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระยะทางที่ได้จากการทดสอบภาคสนามวิธีต่าง ๆ ระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า การทดสอบ MFT การทดสอบ The Yo-Yo IR1 การทดสอบ The Yo-Yo IE1 และการทดสอบ The Hoff Test มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.90 0.92 และ 0.95 และ 0.84 ตามลำดับ

บทวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักที่มุ่งศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและคุณภาพของการทดสอบภาคสนามในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของการทดสอบวิธีต่าง ๆ ในการนำมาใช้กับนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่น โดยการวิจารณ์ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 หัวข้อ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของการทดสอบภาคสนามวิธีการต่าง ๆ

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกภายหลังการทดสอบวิธีการต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวแปรทางสรีรวิทยาที่สามารถบ่งชี้ถึงระดับความหนักของกิจกรรมที่ปฏิบัติได้¹ ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยที่แสดงในตารางที่ 1 พบว่า การตอบสนองของอัตราการเต้นของหัวใจในการทดสอบภาคสนามวิธีการต่าง ๆ มีระดับที่ใกล้เคียงกันโดยมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง (179.5-180.6 ครั้ง/นาที) หรือคิดเป็นระดับความหนักเท่ากับ 89.8-92.7% HRmax ซึ่งมีระดับที่มากกว่า 85% HRmax ซึ่งจัดอยู่ในระดับความหนักที่สูงมาก¹¹ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกภายหลังการทดสอบภาคสนามวิธีการต่าง ๆ อยู่ในช่วง 7.5-8.1 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งค่าที่ได้สามารถยืนยันและบ่งชี้ถึงระดับความหนักของการทดสอบว่าอยู่ในระดับที่สูงได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการกรดแลคติกในเลือดเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ glycolysis ซึ่งเป็นการเผาผลาญพลังงานในระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อความหนักของกิจกรรมเพิ่มสูงขึ้น ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากอัตราการสลายกรดแลคติกจะมีปริมาณที่น้อยกว่าอัตราการสร้าง จึงทำให้มีการสะสมในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น เป็นผลทำให้ระดับสมรรถภาพทางกายและการแสดงความสามารถทางการกีฬามีประสิทธิภาพที่ลดลง ดังนั้นระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด จึงสามารถที่จะบอกให้ทราบถึงระดับความหนักของงานและระดับความเมื่อยล้าในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาได้ McArdle *et al.* (2010) ได้รายงานว่า หากระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดมีระดับมากกว่า 4 มิลลิโมล/ลิตร แสดงว่า กิจกรรมการเคลื่อนไหวนั้น ๆ จะเริ่มมีสัดส่วนของการสังเคราะห์พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาเป็นพลังงานที่ใช้สำหรับกิจกรรมเคลื่อนไหว¹² โดยทั่วไประดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับกิจกรรมที่มีความหนักอยู่ในระดับสูง ยิ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการทำงานหนักอย่างเต็มที่ ด้วยความพยายามสูงสุดอย่างซ้ำ ๆ หลายเที่ยว จะเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะกระตุ้นให้ระดับของแลคเตทในเลือดเพิ่มสูงขึ้นได้^{12,13,14}

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ในส่วนของการทดสอบภาคสนาม พบว่า การทดสอบ The Yo-Yo IR1 จะมีอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการทดสอบวิธีการอื่น ๆ โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 184.9 ± 7.5 ครั้งต่อนาที หรือ คิดเป็น 92.7 ± 4.9 HRmax และมีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกเท่ากับ 8.1 ± 2.1 มิลลิโมล/ลิตร ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการทดสอบ The Yo-Yo IR1 จะกำหนดความเร็วในการวิ่งทดสอบที่สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ โดยนักกีฬาจะต้องเริ่มต้นวิ่งที่ความเร็ว 10 กม./ชม. ดังนั้นจึงทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกสูงกว่าการทดสอบวิธีอื่น ๆ ในส่วนของการทดสอบ The MFT และการทดสอบ The Yo-Yo IE1 จะมีระดับความเร็วในการวิ่งเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกัน คือ 8.5 กม./ชม. และ 8.0 กม./ชม. จึงส่งผลให้การตอบสนองทางสรีรวิทยามีระดับที่ใกล้เคียงกัน โดยการทดสอบ The MFT มีอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 180.6 ± 6.7 ครั้ง/นาที คิดเป็น $91.6 \pm 4.2\%$ HRmax และระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกเท่ากับ 7.5 ± 1.5 มิลลิโมล/ลิตร ขณะที่การทดสอบ The Yo-Yo IE1 อัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 183.2 ± 5.2 ครั้ง/นาที คิดเป็น $91.9 \pm 3.8\%$ HRmax และระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกเท่ากับ 7.8 ± 1.8 มิลลิโมล/ลิตร สำหรับการทดสอบ The Hoff จะเป็นการทดสอบที่ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องการเลี้ยง

บอลไปในทิศทางที่กำหนดตามตามสถานีต่างๆ โดยความเร็วจะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬาเอง ดังนั้นจึงส่งผลให้มีอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกมีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ โดยพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 179.5 ± 7.4 ครั้ง/นาที คิดเป็น $89.8 \pm 4.8\%$ HRmax และระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกเท่ากับ 7.5 ± 2.9 มิลลิโมล/ลิตร

2. ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของการทดสอบในภาคสนามวิธีต่าง ๆ

การหาความเที่ยงตรงของการทดสอบภาคสนามวิธีการต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้วิธีการหาความเที่ยงตรงตามสภาพ (concurrency validity) โดยนำผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบภาคสนามวิธีต่าง ๆ ไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ได้รับที่ถือเป็นวิธีการมาตรฐาน (goal standard) ในที่นี้ คือ การทดสอบ ค่า VO_{2max} จากวิธีการวิเคราะห์ก๊าซซึ่งได้รับการยอมรับว่าให้ผลที่ถูกต้องมากที่สุดในการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิก¹¹ ซึ่งถ้าผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบภาคสนามมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการทดสอบในห้องปฏิบัติในระดับที่สูง แสดงว่าการทดสอบภาคสนามดังกล่าว มีความเที่ยงตรงสามารถนำมาใช้แทนการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ ในส่วนของ การหาความเชื่อมั่น จะใช้วิธีการทดสอบซ้ำ (test-retest) โดยการนำผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งแรกไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการทดสอบครั้งที่ 2 ถ้าพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง แสดงว่าการทดสอบมีความ เชื่อมั่นอยู่ในระดับที่สูงตามไปด้วย¹⁵

จากผลการวิจัยในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ซึ่งแสดงความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของการทดสอบวิธีต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า การทดสอบ The Yo-Yo IR1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้อยู่ในระดับที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดสอบวิธีอื่น ๆ โดยมีความเที่ยงตรง (r) = 0.85 และมีค่าความเชื่อมั่น (r) = 0.95 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์การหาคุณภาพของแบบทดสอบตามเกณฑ์ของ Kirkendall et.al.,(1980) พบว่า มีความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ในระดับที่ดีมาก¹⁶ ทั้งนี้เนื่องจากในการทดสอบดังกล่าวนี้ นักกีฬาจะต้องมีการวิ่งไป-กลับ ในระยะ 20 เมตร สลับกับมีช่วงเวลาพัก 10 วินาที โดยใช้ระดับความเร็วเริ่มต้นที่สูงกว่ารูปแบบการทดสอบอื่น ๆ คือ เริ่มที่ 10 กม./ชม. ดังนั้นจึงเป็นผลให้ระดับความหนักของการทดสอบจึงมีค่าที่สูงมาก ซึ่งจากตารางที่ 1 พบว่า ระดับความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในขณะทดสอบโดยใช้วิธีการนี้ มีค่าเฉลี่ย 92.7% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าแบบทดสอบภาคสนามวิธีการอื่น ๆ และที่สำคัญมีค่าที่ใกล้เคียงกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการมากที่สุดซึ่งมีระดับความหนักเท่ากับ 93.8% ดังนั้นจึงทำให้มีผลการทดสอบที่ได้จึงมีความสัมพันธ์กับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ประกอบกับรูปแบบการทดสอบมีระดับความหนักที่หนักมาก และการทดสอบจะควบคุมความเร็วในการวิ่งจากสัญญาณเสียง จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบสามารถวิ่งได้ตามระดับความเร็วที่กำหนดและหยุดการทดสอบตามความสามารถของตนเอง อันเนื่องจากความชัดเจนของแบบทดสอบ จึงทำให้การทดสอบในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จึงมีระดับที่ใกล้เคียงกัน โดยผลการทดสอบครั้งแรกได้ระยะทางเท่ากับ 920 เมตร และครั้งที่สองทดสอบได้ระยะทางเท่ากับ 950 เมตร ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการทดสอบทั้งสองครั้งอยู่ในระดับที่สูง การทดสอบ The Yo-Yo IR1 จึงมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ดีมากซึ่งสอดคล้องกับ Krustup et.al, (2006) และ Bangsbo (2008) ที่ได้ทำการศึกษาและพบว่า The Yo-Yo IR1 เป็นการทดสอบที่มีความเที่ยงตรง (validity) และความเชื่อถือได้ (reliability) อยู่ในระดับที่สูงมาก ในการนำมาใช้ประเมินการทดสอบในนักกีฬาฟุตบอล เนื่องจากมีระดับความหนักและรูปแบบการทดสอบที่สอดคล้องกับการแข่งขันฟุตบอลจริง^{17,18}

ส่วนการทดสอบ The MFT และการทดสอบ The Yo-Yo IE1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.76 กับ 0.79 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 กับ 0.92 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์การหาคุณภาพของแบบทดสอบตามเกณฑ์ของ Kirkendall et.al.,(1980) พบว่า มีความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้อยู่ในระดับดี¹⁶ ซึ่งรูปแบบการทดสอบ The Multistage Fitness Test นักกีฬาจะต้องวิ่งไป-กลับ 20 เมตร อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่การทดสอบ The Yo-Yo IE1 จะมีช่วงเวลาพัก 5 วินาทีในแต่ละเที่ยวของการวิ่งไป-กลับ 20 เมตร อย่างไรก็ดี เนื่องจากการทดสอบทั้งสองวิธีนี้ มีระดับความเร็วเริ่มต้นในการวิ่งที่ใกล้เคียงกันคือ 8.5 กม./ชม.กับ 8.0 กม./ชม.ตามลำดับ จึงเป็นผลให้ระดับความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในขณะทดสอบทั้งสองวิธีซึ่งแสดงในตารางที่ 1 จึงมีค่าที่ใกล้เคียงกันด้วย (91.6% และ 91.9% ตามลำดับ) ดังนั้นเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบทั้งสองแบบนี้อยู่ในระดับเดียวกัน สอดคล้องกับ Thomas et.al. (2008) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพด้านแอโรบิคโดยใช้การทดสอบ The Yo-Yo IE1 กับการทดสอบ MFT พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($r = 0.81-0.86$)¹⁹ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทดสอบทั้งสองวิธีนี้ สามารถที่จะนำมาใช้ทดแทนกันได้และให้ผลการทดสอบที่สอดคล้องกัน ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้สมรรถภาพด้านแอโรบิคจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการทั้งสองวิธี จึงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับเดียวกัน แต่อย่างไรก็ดี การทดสอบทั้งสองวิธีนี้จะให้ค่าการทดสอบที่ถูกต้องน้อยกว่าการทดสอบ The Yo-Yo IE1 ทั้งนี้เนื่องจากมาจากระดับความหนักตลอดการทดสอบซึ่งคิดจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดนั้นจะมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นผลจากการที่รูปแบบการทดสอบใช้ความเร็วเริ่มต้นที่น้อยกว่านั่นเอง ทำให้การทดสอบทั้งสองวิธีนี้ จึงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแบบทดสอบ The Yo-Yo IE1

สำหรับ The Hoff Test เป็นการทดสอบที่เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับสมรรถภาพด้านแอโรบิคจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการหาความสัมพันธ์จากการทดสอบทั้งสองครั้งแล้ว พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ โดยมีค่าความเที่ยงตรง $r = 0.53$ และค่าความเชื่อถือได้ $r = 0.84$ ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์การหาคุณภาพของแบบทดสอบตามเกณฑ์ของ Kirkendall et.al.,(1980) พบว่า มีความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ในระดับยอมรับได้¹⁶ ทั้งนี้เนื่องจากการทดสอบดังกล่าวจะกำหนดให้นักกีฬาเลี้ยงบอลไปตามสถานีต่าง ๆ ที่กำหนด ให้ได้ระยะทางมากที่สุดในเวลา 8 นาที ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาระดับสมัครเล่น ซึ่งมีทักษะการเลี้ยงบอลที่ไม่สูงมาก ดังนั้นทำการควบคุมบอล การเลี้ยงบอลและการวิ่งเคลื่อนที่ไปกับบอลจึงทำได้โดยไม่มีปัญหาอะไรมากนัก ประกอบกับลักษณะของการทดสอบดังกล่าวไม่มีสิ่งที่มาควบคุมระดับความเร็วในการทดสอบเหมือนวิธีการทดสอบอื่น ๆ ซึ่งวิธีการนี้ นักกีฬาจะต้องใช้ความเร็วในการเลี้ยงบอลตามความสามารถของตนเองเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด ดังนั้นในการทดสอบจึงขึ้นอยู่กับระดับสมรรถภาพทางกายและระดับความสามารถของทักษะในการเลี้ยงบอลของผู้ทดสอบ รวมถึงแรงจูงใจในการทดสอบเป็นหลัก ทำให้นักกีฬาไม่สามารถที่จะควบคุมระดับความเร็วในการเลี้ยงบอลได้อย่างชัดเจน ผลที่ได้จากการทดสอบจึงอาจจะได้ค่าที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นเมื่อนำมาหาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นจึงมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ต่ำเมื่อเทียบกับวิธีการทดสอบรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nassiss et.al.(2010) และ Nazarali et.al.(2013) ที่ได้้นำการทดสอบ The Hoff Test มาใช้การประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิคในนักกีฬาฟุตบอล พบว่า การทดสอบ The Hoff Test เป็นวิธีการทดสอบที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลที่มีทักษะการเลี้ยงบอลอยู่ในระดับสูง เช่น กลุ่มนักกีฬาระดับชั้นเลิศ หรือกลุ่มนักกีฬาที่เล่นระดับอาชีพ ซึ่งหากนำมาใช้ในกลุ่มที่มีระดับความสามารถหรือทักษะที่ต่ำ ผลการทดสอบที่ได้จะได้ค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของการ

ทดสอบที่กำหนด^{20,21} ซึ่งเกณฑ์ทั่วไปในการทดสอบที่ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบได้นั้น ต้องทดสอบให้ได้ระยะทางมากกว่า 1500 เมตร⁹ ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างทดสอบได้ระยะทางเฉลี่ยเพียง 1242.5-1265.3 เมตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบนี้อยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแบบทดสอบอื่น ๆ

สรุปผล

การทดสอบในภาคสนามที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ การทดสอบ The MFT การทดสอบ The Yo-Yo IE1 การทดสอบ The Yo-Yo IR1 และการทดสอบ The Hoff Test มีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นสามารถที่จะนำมาใช้ประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิคในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลระดับสมัครเล่นได้ โดยวิธีการที่เหมาะสมมากที่สุดคือ การทดสอบ The Yo-Yo IR1 รองลงมาคือ การทดสอบ The Yo-Yo IE 1 การทดสอบ The MFT และการทดสอบ The Hoff Test ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักกีฬาฟุตบอล ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ทั้ง 30 คน ที่เสียสละเวลาเข้าร่วมการวิจัยและให้ความร่วมมือ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณนายศุภกร ทองพูล นายกฤษณ์ ศรีรุ่งเรืองชัย นายกรกฤษณ์ ไสยดี นายจิรวิทย์ โกอุดมวิทย์ นายพลธร สติธิเวช และนายชาญณรงค์ คำลือ นิสิตสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาชั้นปีที่ 4 ที่ช่วยเหลือการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Reilly T. Motion analysis and physiological demands, pp. 59-72. In Reilly T and Williams M. editors. Science and soccer. 2nd ed. London: Routledge; 2003.
2. Stølen T, Chamari K, Castagna C, and Wisløff U. Physiology of soccer: An update. Sports Med.2005;35: 501-536.
3. Bloomfield J. Polman R and O'Donoghue P. Physical demands of different positions in FA premier league soccer. J Sports Sci Med 2007;6(1):63-70.
4. Impellizzeri F, Rampinini E, and Marcora S. Physiological assessment of aerobic training in soccer. J Sports Sci 2005;23:583-592.
5. Australian Institute of Sports (AIS). The Physiological test for elite athletes. 2nd ed. Illinois: Human Kinetics Publishing;2013.
6. Balsom, PD. Evaluation of physiological performance. In Ekblom B, editors. Handbook of sports medicine and science football (soccer). Blackwell Publishing; 1994.
7. Bangsbo J. Moh M, and Krstrup P. Training and testing the elite athlete. J Exerc Sci Fitness 2006;4(1):1-14.
8. Svensson M, and Drust B. Testing soccer players. J Sports Sci 2005;23(6): 601-618.
9. Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. J Sports Sci. 2005;23:573-582.

10. Castagna C and Barbero Alvarez JC. Match Demands of Professional Futsal: A Case Study. *J Sci Med Sport* 2008;(13):326-330
11. Maud P and Foster C. Physiological assessment of human fitness. 2nd ed. Illinois: Human Kinetics Publishing; 2006.
12. McArdle WD, Katch FI and Katch VL. Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. 7th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 2010.
13. Glaister M. Multiple sprint work: physiology response mechanism of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med* 2005;35(9):757-777.
14. Spencer M, Bishop D, Dawson B and Goodman C. Physiological and metabolic response of repeated-sprint activity: specific to field-based team sports. *Sports Med* 2005;35(12):1024-1044.
15. Tomchuk D. Companion guide to measurement and evaluation for kinesiology. NY: Jones and Barlett Publishing; 2011.
16. Kirkendall, DR, Gruber JJ and Johnson RE. Measurement and evaluation in physical education. Iowa:WM. C. Brown;1980.
17. Krstrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen M and Nielsen J. The yo-yo test: physiological response, reliability and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(9):1666-1673.
18. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 2008;38(1):37-51.
19. Thomas A, Dawson B and Goodman C. The yo-yo test: reliability and association with a 20-m shuttle run and $\text{VO}_{2\text{max}}$. *Int J Sports Phy Per.* 2008;1:137-149.
20. Nassis GP, Geladas ND, Soldatos Y, Sotiropoulos A, Bekris V, and Souglis A. Relationship between the 20-m multistage shuttle run test and 2 soccer-specific field tests for the assessment of aerobic fitness in adult semi professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2010;24(10):2693-2697.
21. Nazarali P, Rajabi H and Aliabadi F. The relationship between laboratory, yo-yo, and Hoff tests in determining aerobic capacity of players of the national women's soccer team. *Ann Appl Sport Sci* 2013;(3):57-56.