ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนาม โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่โดยทางตรงและทางอ้อมใน
นักกีฬาฮอกกี้

นางสาวธันย์ชนก อรุณรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CORRELATION BETWEEN DIRECT AND INDIRECT MEASURES OF YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST IN FIELD HOCKEY PLAYERS

Miss Thunchanok Arunrutana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนาม โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้
โดย	นางสาวธันย์ชนก อรุณรัตน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

ธันย์ชนก อรุณรัตน์ : ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนาม โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้ (CORRELATION BETWEEN DIRECT AND INDIRECT MEASURES OF YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST IN FIELD HOCKEY PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์, 97 หน้า.

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฮอกกี้ทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิงที่เข้าแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัย ครั้งที่ 43 ที่มีอายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 14 คน เข้ารับการทดสอบคนละ 3 ครั้ง โดยเว้นระยะเวลา 7 วัน การทดสอบประกอบด้วย 1. การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) 2. การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง และ 3.การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม ในการทดสอบแบ่งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายและทดสอบโดยใช้วิธีโดยวิธีการแบบตัดข้าม (Crossover design) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลประชากร (อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย) โดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, ทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce protocol) โดยใช้ค่าสถิติเพียร์สันและใช้การวิเคราะห์การแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) ตามลำดับ

ผลการวิจัย

1.ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง กับค่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูง (r=.831,p<.01)

2.ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม กับค่าสมรรภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูง (r=.720,p<.01)

3.ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับโดยทางอ้อม อยู่ในระดับต่ำ (r=.476,p>.05)

สรุปผลการวิจัย แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม สามารถนำไปใช้เพื่อวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในกีฬาฮอกกี้หญิง แต่ต้องมีวิธีการดำเนินการทดสอบที่เคร่งครัดตามมาตรฐานเพื่อให้ได้ค่าความเที่ยงสูงสุด

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5778418739 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: DIRECT YO-YO IR2 / INDIRECT YO-YO IR2 / BRUCE PROTOCOL / FIELD HOCKEY PLAYERS

THUNCHANOK ARUNRUTANA: CORRELATION BETWEEN DIRECT AND INDIRECT MEASURES OF YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST IN FIELD HOCKEY PLAYERS. ADVISOR: ASST. PROF.CHAIPAT LAWSIRIRAT, Ph.D., 97 pp.

Purpose: To study the correlation between direct and indirect measures of YO-YO Intermittent Recovery Level 2 (YO-YO IR2) tests in field hockey players.

Methods: Fourteen female field hockey players of Chulalongkorn University team who participated in the 43rd Thailand University Games in Ubon Ratchathani Province were recruited in this study. The subjects were between 18-24 years old. The subjects were required to perform three measurements of maximal oxygen consumption, and each test was separated by 7 days. The tests consisted of 1) Bruce protocol (treadmill test with gas analysis) 2) Direct YO-YO IR2 test (using gas analysis) and 3) Indirect YO-YO IR2 test (using equation to assess for VO_2max).The subjects were divided in two groups using a simple random sampling technique and the tests were done on Crossover design. Demographic data (age, body weight, height and BMI) were analyzed in terms of means and standard deviation. Pearson product-moment correlation coefficient was applied to analyze the correlation and the differences between mean of VO_2max from the direct YO-YO IR2, the indirect YO-YO IR2 tests and Bruce protocol using an ANOVA

Results:

1.The correlation of VO_2max between Direct measurement of YO-YO IR2 and BRUCE Protocol was at high level ($r=.831, p<.01$)

2.The correlation of VO_2max between Indirect measurement of YO-YO IR2 and BRUCE Protocol was at high level ($r=.720, P<.01$)

3.The correlation of VO_2max between Direct and Indirect measurements of YO-YO IR2 was at low level ($r=.476, P>.05$).

Conclusion: Both direct and indirect measurement of YO-YO IR2 can be used to evaluate VO_2max in female hockey players. Strict test control and procedure are highly recommended for maximize test reliability.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Sports Science Student's Signature .....

Academic Year: 2015 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์การศึกษาเป็นอย่างดี เนื่องด้วยความช่วยเหลือที่ดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัยในการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ทุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนสามารถนำมาปรับปรุงและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ได้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ นักกีฬาฮอกกี้หญิงทีมจุฬา ฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจนได้ผลซึ่งนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ช่วยประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ และขอขอบคุณบุคลากรเจ้าหน้าที่ของคณะฯ ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องงานธุรการ และเอกสาร รวมถึงแนะนำขั้นตอนต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ให้อย่างเต็มใจ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อโสภณ – คุณแม่กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ และญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยให้กำลังใจเพื่อต่อสู้กับอุปสรรคต่าง ๆ พร้อมทั้งให้การสนับสนุนส่งเสริมด้านการศึกษา และอยู่เคียงข้างข้าพเจ้าเสมอมา และขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะดี ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณร้านเจ๊ดาวที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำงานมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

สารบัญตาราง ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

สมมุติฐานของการวิจัย 6

ขอบเขตการวิจัย 6

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา : 6

คำจำกัดความของคำที่ใช้ในการวิจัย 7

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาสำหรับกีฬาฮอกกี้ 10

2. สมรรถภาพทางกาย 12

3. แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อ 15

4. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด 17

5. การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 19

6. การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (YO-YO IR test) 23

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

งานวิจัยภายในประเทศ 26
งานวิจัยในต่างประเทศ 27
กรอบแนวคิดการวิจัย 33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 34
ประชากร 34
ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 34
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37
การวิเคราะห์ข้อมูล 38
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 39
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย 40
ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, แบบทดสอบ โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) 42
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างแบบทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce protocol) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) 45
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 47
สรุปผลการวิจัย 47
อภิปรายผลการวิจัย 48
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 54
รายการอ้างอิง 55
ภาคผนวก 60

หน้า

ภาคผนวก ก แสดงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มาตรฐานในคนไทย 61

ภาคผนวก ข การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol)..... 63

ภาคผนวก ค การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ... 66

ภาคผนวก ง แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างวิธีการบรูซ (Bruce Protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม..... 71

ภาคผนวก จ แสดงการวิเคราะห์รถดถอยพหุคูณของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม 73

ภาคผนวก ฉ แสดงความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของวิธีการบรูซ (Bruce protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม 75

ภาคผนวก ช แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล 77

ภาคผนวก ซ แบบบันทึกข้อมูลของงานวิจัย..... 79

ภาคผนวก ฌ ตารางแสดงระดับของแบบทดสอบ (Level), ความเร็วของระดับ (Speed stage) และ ระยะทาง (Accumulated) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)..... 81

ภาคผนวก ญ ระยะทาง, Stage และ อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) 87

ภาคผนวก ฎ แสดงรูปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 89

ภาคผนวก ฏ แสดงรูปการทดสอบวิธีการของบรูซ (Bruce protocol) และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อม..... 92

ภาคผนวก ฐ เอกสารแจ้งผ่านการรับรองพิจารณา 95

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในขณะเล่นตามตำแหน่ง ในการแข่งขันประเภท ทีมหญิงในรายการแคนนาดาโอลิมปิคเกมส์ (Cannada Olympic Games) ที่มา : (Ready & van der Merwe, 1986)..... 2

รูปที่ 2 แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อ..... 16

รูปที่ 3 แสดง Oxygen consumption หรือ Oxygen uptake..... 18

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) 64

รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) 67

รูปที่ 6 แสดงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 68

รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการวิ่งแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) จากจุด A ไป B..... 69

รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) จากจุด A ไป B และกลับมาพักหลังแนวเส้น A และ C 69

รูปที่ 9 แสดงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้าง (Static stretching) 70

รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของวิธีการบรูซ (Bruce Protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ ทางอ้อม..... 76

รูปที่ 11 แบบทดสอบภาคสนาม YO-YO IR2 (Team-Beep-Test Software Version 4.0)..... 90

รูปที่ 12 ลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmill Trackmaster, USA)..... 91

รูปที่ 13 นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar FT7)..... 91

รูปที่ 14 แสดงเครื่องวัดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส (Metamax 3B) 91

รูปที่ 15 แสดงการทดสอบวิธีการของบรูซ (Bruce protocol) 93

รูปที่ 16 แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง..... 93

รูปที่ 17 แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง..... 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงระดับของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) วิธีการที่ใช้วัด-ใน นักฮอกกี้หญิง 12

ตารางที่ 2 ค่าประมาณความต้องการของสมรรถภาพด้านพลังงาน (Energy fitness) และ สมรรถภาพด้านกล้ามเนื้อ (Muscular fitness) ในกีฬาชนิดต่างๆ 13

ตารางที่ 3 ตารางกำหนดการทดสอบ 36

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของกลุ่มตัวอย่างโดยรวมจำแนก ตามอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย (BMI) 40

ตารางที่ 5 แสดงแสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของค่าสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (มล/กก./นาที) จำแนกตามแบบทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง 41

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่านัยสำคัญทางสถิติ (p) ระหว่างค่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของการทดสอบด้วยแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิต เตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) การทดสอบ YO-YO IR2 โดยทางอ้อม และ ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) การทดสอบโดยวิธีการบรูซ(Bruce protocol) 43

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่าง จำแนกตามค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) 45

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce Protocol) 46

ตารางที่ 9 แสดงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มาตรฐานในคนไทย (กกท.2549) 62

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบของการใช้ออกซิเจนสูงสุดในแต่ละระดับ (Stage) 65

ตารางที่ 11 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างวิธีการบรูซ (Bruce Protocol), แบบทดสอบ โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม 72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์รถดถอยพหุคูณของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม 74

ตารางที่ 13 ใบบันทึกค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) ของ..... 80

ตารางที่ 14 แสดงระดับของแบบทดสอบ (Level), ความเร็วของ Stage (Speed stage) และระยะทาง (Accumulated) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) 82

ตารางที่ 15 แสดงระยะทาง และ อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)..... 88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

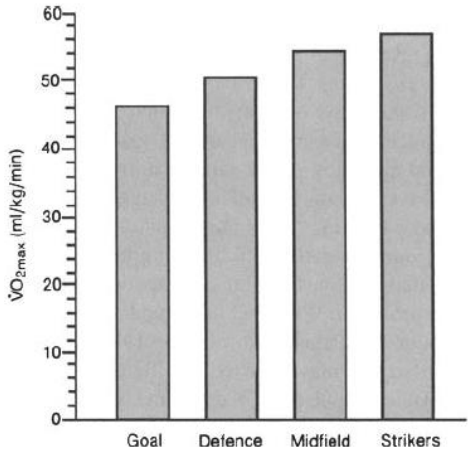
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฮอกกี้เป็นกีฬาที่ถือว่าได้รับความสนใจจากหลายๆ ประเทศ ซึ่งเห็นได้จากการบรรจุกีฬาฮอกกี้ไว้ในการแข่งขันกีฬาระหว่างประเทศที่สำคัญๆ ได้แก่ กีฬาชิงแชมป์โลก โอลิมปิก เอเชียนเกมส์ ซีเกมส์ สำหรับประเทศไทยกีฬาฮอกกี้ก็ได้รับความสนใจมากขึ้นกว่าแต่ก่อนมาก มีการจัดการแข่งขันในกีฬาแห่งชาติ กีฬาเยาวชน กีฬามหาวิทยาลัย กีฬากองทัพไทย กีฬาวิทยาลัยพลศึกษา และมีการจัดแข่งขันในนามสโมสรต่างๆ นอกจากนี้นักกีฬาทั้งชายและหญิงยังได้เข้าร่วมในการแข่งขันกีฬาระหว่างประเทศอีกด้วย โดยเฉพาะในประเภทหญิงที่สามารถทำชื่อเสียงให้กับประเทศได้อย่างมาก

ฮอกกี้เป็นกีฬาที่ต้องอาศัยความสามารถของบุคคล ความสัมพันธ์ภายในทีม การประสานงานกับบุคคลอื่น และการตัดสินใจที่เด็ดขาด โดยประกอบด้วยผู้เล่นในสนามฝ่ายละ 11 คน ในการเล่นนั้น ได้กำหนดให้มีผู้รักษาประตู 1 คน ผู้เล่น 10 คน เช่นเดียวกับกีฬาฟุตบอล การแข่งขันจะแบ่งเป็น 2 ครึ่ง ครึ่งละ 35 นาที พัก 5-10นาที ลักษณะเฉพาะของเกมจะมีการสลับกันระหว่างการเร่ง และการผ่อนความเร็ว และมีการเปลี่ยนทิศทางมากมายในขณะวิ่งเร็ว นอกจากนี้ลักษณะพิเศษของฮอกกี้ยังประกอบไปด้วย การเลี้ยงบอล และเคลื่อนที่อย่างเร็วในลักษณะก้มตัว ซึ่งด้วยลักษณะของการเล่นเช่นนี้ทำให้นักกีฬาจำเป็นต้องมีสมรรถภาพทางกายในระดับสูงด้วยการสนับสนุนพลังงานทั้งจากระบบการใช้ออกซิเจน (Aerobic system) และไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic system) (Lemmink,K.A.P.M. & S.H.Visscher, 2006)

จากการวิเคราะห์เวลาในการเคลื่อนที่ (Time –motion analysis) มีข้อบ่งชี้ว่าสำหรับนักกีฬาฮอกกี้ประมาณ 40% ของเกมจะเป็นกิจกรรมที่มีความหนักสูง (High- intensity activity) อย่างเช่นการวิ่งและการวิ่งเร็ว (Running & Sprinting) กิจกรรมที่มีความหนักสูงเหล่านี้ที่ใช้เวลาสั้นๆ (เฉลี่ย 5 วินาที) สลับกับกิจกรรมที่มีความหนักต่ำประมาณ 60% อย่างเช่นการเดินและจ๊อกกิ้ง (เฉลี่ย 18 วินาที) (Lemmink,K.A.P.M. & S.H.Visscher, 2006) กีฬาฮอกกี้จึงมีรูปแบบที่เป็นกีฬาประเภทหนักสลับช่วงพัก หรือ อินเตอร์มิตเตนท์สปอร์ต (Intermittent Sport) กล่าวคือ มีการเคลื่อนที่สลับกับมีช่วงพัก

สเปนเซอร์ และ คณะ (Spencer et al., 2004) พบว่าขณะเล่นในเกมโดยเฉลี่ยผู้เล่นใช้เวลาทั้งหมดไปในการ เดิน (Walking) 46.5% จ๊อกกิ้ง (Jogging) 40.5% ยืนกับที่ (Standing) 7.4% และการวิ่งเร็วระยะสั้นๆ (Sprint) 1.5% และยังพบด้วยว่าโดยเฉลี่ยผู้เล่นจะเคลื่อนที่ไประหว่าง 8-11 กิโลเมตร ในเวลา 70 นาที ความแตกต่างขึ้นอยู่กับตำแหน่งของการเล่นซึ่งจากงานวิจัยของ เรดี้ และ วานเดอร์เมิฟ (Ready & Van der Merwe, 1996) ได้แสดงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแต่ละตำแหน่ง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในขณะเล่นตามตำแหน่ง ในการแข่งขันประเภททีมหญิงในรายการแคนนาดาโอลิมปิคเกมส์ (Cannada Olympic Games)
ที่มา : (Ready & van der Merwe, 1986)

จะเห็นได้ว่ากองหน้า (Strikers) และกองกลาง (Midfield) มีการใช้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่สูงกว่ากองหลัง (Defence) และโกลคีฟเปอร์ (Goal) เนื่องจากต้องมีการเคลื่อนไหวที่บ่อยในการรุกเข้าไปทำประตู

ในการวัดค่าสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิค (Aerobic fitness) หรือค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนของผู้เล่นที่มีการปฏิบัติโดยการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและแบบทดสอบภาคสนาม (Laboratory and

Field test) ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวได้ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาโดยมีอยู่มากมายหลายแบบทดสอบด้วยกัน (Alemdaroglu U., et al 2012., Coutts, Aaron and Watsford, Mark., 2008)

แต่ถึงแม้ว่าการทดสอบทางสรีรวิทยาในห้องปฏิบัติการ อาจจะช่วยให้มีการประเมินที่ถูกต้องกับความสามารถของนักกีฬา ทั้งที่เป็นการทดสอบที่ระดับความหนักสูงสุด (Maximal exercise) และระดับความหนักเกือบสูงสุด (Sub-maximal exercise) ที่ทำการทดสอบโดยวิธีการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดทางตรง (Direct) ด้วยวิธีการเดิน-วิ่งบนลู่ (Treadmill) ด้วยวิธีของบรูซ (Bruce protocol) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ซึ่งมีสองแบบคือแบบสเตชันนารี (Stationary) เป็นแบบอยู่กับที่ ใช้ทดสอบโดยวิธีของบรูซ และหน้ากากวิเคราะห์แก๊สแบบพกพา (Portable) คือเครื่องที่สามารถวัดนอกสถานที่หรือสนามที่ต้องการจะทดสอบจริง ซึ่งค่าที่ได้นั้นค่อนข้างจะออกมาแม่นยำ แต่แบบทดสอบดังกล่าวก็ต้องใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังต้องใช้เครื่องมือที่มีความเฉพาะและมีราคาแพงอีกทั้งยังต้องการบุคลากรที่ผ่านการอบรมมาเป็นอย่างดีด้วย เพราะฉะนั้นแบบทดสอบในลักษณะดังกล่าวจึงอาจจะไม่เหมาะสมกับกีฬาประเภททีมซึ่งมีคนเป็นจำนวนมาก (Alemdaroglu U, et al., 2012., Coutts, Aaron and Watsford, Mark., 2008)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว แบบทดสอบภาคสนามซึ่งเป็นวิธีการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดทางอ้อม (Indirect) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประเมินแทนห้องปฏิบัติการซึ่งสามารถที่จะนำมาใช้ทำการทดสอบได้โดยง่าย และใช้เวลาในการทดสอบที่ค่อนข้างสั้น ตลอดจนมีความจำเพาะเจาะจงต่อกีฬา (Sport-specific) ที่มากกว่าด้วย (Whyte & Gregory, 2006: 40)

แบบทดสอบภาคสนามที่ผู้วิจัยสนใจคือ แบบทดสอบโยโย่ (YO-YO Test) (Bangsbo, 1994) เป็นแบบทดสอบเพื่อการประเมินค่าความสามารถของสมรรถภาพทางกายของบุคคลมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ 1. แบบทดสอบโยโย่ เอ็นดูรานซ์ (Yo-Yo Endurance Test) และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ (Yo-Yo Intermittent Recovery Test)

แบบทดสอบโยโย่ เอ็นดูรานซ์ (Yo-Yo Endurance Test) เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความทนทานของระบบหัวใจและหายใจ โดยจะมี 2 ระดับ คือ ระดับ 1 สำหรับผู้เริ่มต้น และระดับ 2 ระดับที่สูงสำหรับนักกีฬาอาชีพ โดยจะต่างกันที่ความเร็วเริ่มต้น ในระดับ 2 จะเริ่มด้วยความเร็วที่เร็วกว่าระดับ 1

โดยแบบทดสอบโยโย่ เอ็นดูรานซ์นั้นจะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบบีฟเทส (Beep test) โดยประกอบไปด้วยการวิ่งระยะ 20 เมตรไปและกลับตามเสียงสัญญาณและมีการเพิ่มความเร็วขึ้นในแต่ละช่วงของการวิ่งระยะ 20 เมตร ซึ่งแบบทดสอบแบบนี้เป็นการออกแรงอย่างเต็มที่ และการทดสอบจะเสร็จสิ้นก็ต่อเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบเหนื่อยจนกระทั่งทำต่อไปไม่ไหว หรือไม่สามารถรักษาระดับความเร็ว (Pace) ตามเสียงในเทปหรือซีดีได้

แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ (YO-YO Recovery Test) มีทั้งหมด 2 ระดับ โดยแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) สำหรับผู้เริ่มต้น จะเริ่มด้วยความเร็วต่ำ (5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ในช่วงเริ่มต้นและค่อยๆ เพิ่มระดับความเร็วขึ้นจนสิ้นสุดการทดสอบ (ระดับความเร็วสูงสุด 23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) โดยแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 นั้นจะมุ่งเน้นทดสอบความสามารถออกกำลังกายแบบทนทานของแต่ละคน ส่วนแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ระดับที่สูงสำหรับนักกีฬาอาชีพจะเริ่มต้นด้วยความเร็วระดับสูงในช่วงเริ่มต้น (11 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดสอบ (ระดับความเร็วสูงสุด 29 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ซึ่งจะประเมินถึงความสามารถบุคคลในการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายระดับหนักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เวลาในการทำทดสอบจะอยู่ระหว่าง 6-20 นาที สำหรับ โยโย่ ระดับที่ 1 (YO-YO IR1) และ 2-10 นาที สำหรับโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

ซึ่งแบบทดสอบโยโย่อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) (Bangsbo, 1994) เป็นแบบทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเลียนแบบกีฬาประเภททีมที่มีธรรมชาติเป็นอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) โดยมีเป้าหมายเพื่อเป็นการประเมินความสามารถของนักกีฬาในการออกกำลังที่มีความหนักซ้ำๆกันและประเมินความสามารถที่จะฟื้นคืนสภาพ (Recover) จากกิจกรรมที่มีความหนักสูง โดยแบบทดสอบประกอบไปด้วยการวิ่งระยะ 20 เมตรซ้ำกันและมีการเพิ่มความเร็วขึ้นในแต่ละช่วงของการวิ่งระยะ 20 เมตร พร้อมกับมีการเว้นด้วยการพักอย่างมีกิจกรรม (Active) 10 วินาที ซึ่งแบบทดสอบแบบนี้เป็นการออกแรงอย่างเต็มที่ และการทดสอบจะเสร็จสิ้นก็ต่อเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบเหนื่อยจนกระทั่งทำต่อไปไม่ไหว หรือไม่สามารถรักษาระดับความเร็ว (Pace) ตามเสียงในเทปหรือซีดีได้ (Krustrup, et al., 2003)

จากเหตุผลดังกล่าวในข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เนื่องจากเหมาะสมกับกลุ่มที่ผู้วิจัยสนใจจะศึกษาคือนักกีฬาฮอกกี้มหาลัย อีกทั้งยังใช้เวลาที่เร็วกว่าแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1)

โดยแบบทดสอบโยโย่อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ซึ่งเป็นแบบวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของการทดสอบภาคสนาม ที่เป็นการออกแรงอย่างเต็มที่และเป็นตัวแทนของการออกกำลังแบบอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) เช่นเดียวกับลักษณะของกีฬาฮอกกี้ที่มีทั้งการวิ่งเร็วสลับกับการเดิน เมื่อนำมาใช้วัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาฮอกกี้แล้วจะให้ผลอย่างไรถ้านำมาเปรียบเทียบกับแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) Cortex รุ่น Metamax 3B : Breath by breath แบบพกพา (Portable) ซึ่งค่าวัดที่ได้น่าจะออกมามีความแม่นยำกว่า อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทันสมัยว่าจะให้ผลต่างกันหรือสัมพันธ์กันอย่างไร รวมทั้งการศึกษาถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างแบบทดสอบแบบดังกล่าวซึ่งยังไม่ปรากฏว่ามีการศึกษาในประเทศไทยมาก่อน นอกจากนี้งานวิจัยที่มีอยู่ก็มักจะเป็นการศึกษาในต่างประเทศโดยการนำเอาแบบทดสอบไปใช้ศึกษาผู้เล่นฟุตบอลเสียเป็นส่วนใหญ่

สำหรับของกีฬาฮอกกี้ในประเทศไทยซึ่งมีประชากรมีลักษณะแตกต่างกันออกไปและมีสภาพแวดล้อมที่เฉพาะนั้น อาจจะมีบางประเด็นในแบบวัดที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพของนักกีฬาในประเทศไทยเรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งทีมฮอกกี้สนามที่ผู้วิจัยต้องการที่จะทำการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากนี้ในปัจจุบันก็มีการผลิตซีดีหรือแอปพลิเคชัน (CD/Application) ต่างๆของแบบวัดออกมาเผยแพร่ ในเชิงธุรกิจมากมาย ซึ่งออกมาทั้งในรูปของการที่ต้องเสียเงินและให้เปล่าโดยไม่ต้องเสียเงินแต่อย่างใด เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้การนำแบบวัดดังกล่าวมาใช้ก็ค่อนข้างจะมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น แต่การที่จะนำแบบวัดมาใช้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้จะต้องหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดซึ่งทำได้โดยการนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อให้การเลือกไปใช้ดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับนักกีฬาของประเทศไทยเราให้มากที่สุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้

สมมุติฐานของการวิจัย

ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง กับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม สัมพันธ์กัน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักฮอกกี้ทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพศหญิง อายุ 18-24 ปี ที่เข้าแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 43 ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

2. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อม ที่มีต่อค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในนักกีฬาฮอกกี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา :

ตัวแปรต้น (Independent variable)

ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม

ตัวแปรตาม (Dependent variable)

ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

ตัวแปรควบคุม (Controlled variable)

อัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ก่อนและขณะทำการทดสอบ

คำจำกัดความของคำที่ใช้ในการวิจัย

กีฬาฮอกกี้ (Field Hockey) หมายถึง ฮอกกี้สนามที่ประกอบไปด้วยผู้เล่นทีมละ 11 คน

นักกีฬาฮอกกี้ (Field Hockey player) หมายถึง นักกีฬาฮอกกี้สนามทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทยครั้งที่ 43 กันเกราเกมส์ ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี เป็นหญิงจำนวน 16 คน

ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max หรือ maximum O_2 consumption หรือ O_2-Uptake) หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถสกัดมาใช้ได้ใน 1 นาทีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยมีหน่วยวัดเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (ml/kg/min หรือ $ml.(kg.min)^{-1}$ หรือ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$)

แบบทดสอบภาคสนาม (Field test) หมายถึง แบบทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการใช้ในสภาวะที่แท้จริง (Actual conditions) หรือสถานที่จริง และไม่ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์มาก สำหรับแบบทดสอบภาคสนามเพื่อใช้ในการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในงานวิจัยนี้มี 2 แบบทดสอบ คือแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม

แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) หมายถึง แบบทดสอบภาคสนาม โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบทำระยะทางให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เริ่มด้วยการออกวิ่งใน 4 เที่ยว (Bouts หรือ Level คือ ระยะทางไปกลับ 2x20 เท่ากับ 40 เมตร) แรกด้วยความเร็ว 13-16 กม./ชม. ($km.h^{-1}$) และ 7 เที่ยวต่อมาเป็น 16.5-17 กม./ชม. ($km.h^{-1}$) และหลังจากนั้นจะเพิ่มความเร็วขึ้น 0.5 กม./ชม. ($km.h^{-1}$) อย่างต่อเนื่องไปทุกๆ 8 เที่ยวของการวิ่งและแทรกด้วย/สลับกับการหยุดพักด้วยการเดินหรือจ๊อก 10 วินาที (Active rest) หลังการวิ่งแต่ละเที่ยว แบบทดสอบนี้เป็นการออกกำลังอย่างเต็มที่และเสร็จสิ้นเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบรู้สึกว่าทำต่อไปไม่ไหวหรือไม่สามารถรักษาความเร็วตามที่เครื่องเสียงกำหนดให้และคำนวณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน

สูงสุด (VO_2max) ในการวิจัยนี้ใช้แอปพลิเคชันทีมบีฟเทส ซอฟแวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Team-Beep-Test Software Version 4.0) ที่ผลิตโดยท็อปเปน สปอร์ต (Topend sport) เป็นเวอร์ชันที่ใช้ในออสเตรเลียและอังกฤษ

แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 โดยทางอ้อม (Indirect YO-YO IR2) หมายถึง วิธีการทำแบบทดสอบตามวิธีปกติของแบบทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยที่ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ได้มาจากการประเมินจากแอปพลิเคชันหรือจากสมการทำนาย

YO-YO IR2 test: VO_2max (mL/min/kg) = IR2 distance (m) × 0.0136 + 45.3

แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 โดยทางตรง (Direct YO-YO IR2) หมายถึง วิธีการทำแบบทดสอบตามวิธีปกติของแบบทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ที่เพิ่มการสวมหน้ากากขณะทำการทดสอบ โดยที่ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ได้มาจากการสวมหน้ากากโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อ Cortex รุ่น Metamax 3B : Breath by breath)

การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) โดยการเดินหรือวิ่งบนลู่กลหรือเครื่องวิ่งสายพาน (Treadmill) ในห้องทดลอง ที่ปรับเพิ่มความเร็วและความชัน (Grade) ในทุก 3 นาที และสิ้นสุดเมื่ออัตราชีพจรของผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นไปถึง 85% ของอัตราชีพจรสำรอง (85% HRR : Heart Rate Reserve) แล้วจึงนำไปคำนวณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

อินเตอร์มิตเตนท์สปอร์ต (Intermittent sport) หมายถึง กีฬาที่มีการทำงาน (เคลื่อนที่) ค่อนข้างหนักถึงหนักมากช่วงสั้นๆสลับกับการพักแบบมีกิจกรรมหรือด้วยการเดิน/จ๊อกกิ้งเบาๆหรือมักประกอบด้วยการวิ่งระยะสั้นที่มีความหนักสูงและเป็นการออกแรงอย่างเต็มที่ใช้เวลาระหว่าง 5-10 วินาทีแทรกด้วยช่วงกิจกรรมเบา

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แบบทดสอบภาคสนามเพื่อวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่เหมาะสมและพร้อมใช้กับกีฬาฮอกกี้ให้เลือกมากขึ้น

2. โค้ชหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำแบบทดสอบเหล่านี้ใช้ในการวัดเพื่อตรวจสอบ/กำกับติดตามสมรรถภาพด้านระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาและสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการฝึกซ้อมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. ได้แนวทางในการบริหารการทดสอบภาคสนาม (Field test) ที่ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

4. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะศึกษาค้นคว้าวิจัยและเป็นข้อมูลในการทำวิจัยต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนาม โยโย อินเตอมิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา และระบบอินเตอร์เน็ต เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาและประกอบการอภิปรายวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยนำเสนอเป็นลำดับตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาสำหรับกีฬาฮอกกี้
2. สมรรถภาพทางกาย
3. แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อ
4. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
5. การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
6. การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอมิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ (YO-YO IR test)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาสำหรับกีฬาฮอกกี้

ฮอกกี้เป็นกีฬาอีกชนิดที่นิยมเล่นกันโดยมากในระดับโลก ดังจะเห็นได้จากการบรรจุกีฬาฮอกกี้ไว้ในการแข่งขันกีฬาระหว่างประเทศที่สำคัญๆ เช่น กีฬาโอลิมปิก การแข่งขันชิงแชมป์โลก เอเชียนเกมส์ ซีเกมส์ สำหรับประเทศไทยปัจจุบันฮอกกี้นับเป็นกีฬาที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากมีการแข่งขันภายในประเทศ อย่างเช่น การแข่งขันชิงแชมป์ประทศไทย กีฬาแห่งชาติ กีฬามหาวิทยาลัย กีฬากองทัพไทย กีฬาสถาบันการพลศึกษาแห่งประเทศไทย และจัดการแข่งขันในนามสโมสรต่างๆ

ฮอกกี้สนามเป็นกีฬาประเภททีม ที่เล่นเน้นการรุก โดยมีตำแหน่งต่างๆของผู้เล่นคล้ายกับกีฬาฟุตบอล แข่งขันกันระหว่าง 2 ทีมในสนามเดียวกันกับคู่ต่อสู้ มีผู้เล่นฝ่ายละ 11 คน มีผู้รักษา

ประตู 1 คนผู้เล่น 10 คน โดยการตีลูกบอลที่มีลักษณะกลม แข็ง ด้วยไม้ตีที่มีลักษณะด้านแบนด้านเดียวและมีปลายงอคล้ายตะขอ ให้เข้าประตูของฝั่งตรงกันข้าม โดยจะให้ลูกบอลถูกส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายไม่ได้ เว้นผู้รักษาประตูที่มีสิทธิใช้เท้าเตะและมือปัดลูกบอลได้แต่ก็เฉพาะในเขตที่ยิงประตูเท่านั้น ผู้เล่นสามารถที่จะใช้ไม้ทำการเลี้ยงลูก ตีลูก เขี่ยลูก หรือตวัด ผลักหรือช้อนลูกได้ แต่ต้องเป็นไปตามกติกาที่วางไว้ การยิงประตูที่ถือว่าได้ประตูต้องเป็นการยิงจากภายในเขตประตู คือภายในเขต 16 หลา โดยมีเส้นโค้งเป็นเครื่องหมาย เรียกกันเป็นที่เข้าใจว่าหัวกะโหลก คือจะต้องพาลูกเข้าไปยิงประตูภายในหัวกะโหลกนั้นใช้เวลาในการแข่งขัน 70 นาที แบ่งเป็น2ครึ่งๆละ 35 นาที โดยมีการพัก 5-10 นาที

ฮอกกี้สนามยังถูกจัดอยู่ในกลุ่มกีฬาที่เรียกว่า กลุ่มกีฬาอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent sports) หมายถึง กีฬาที่มีการทำงาน (เคลื่อนที่) ช่วงสั้นๆสลับกับการพักหรือมักประกอบด้วยการวิ่งระยะสั้นที่มีความหนักสูง/มากและเป็นการออกแรงอย่างเต็มที่ใช้เวลาระหว่าง 5-10 วินาที ทำให้กีฬาประเภทนี้ต้องการสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) ในระดับสูง จากการวิเคราะห์เวลาในการเคลื่อนที่ (Time –motion analysis) โดยใช้กล้องถ่ายวิดีโอเก็บภาพไว้ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ มีข้อบ่งชี้ว่านักกีฬาฮอกกี้หญิง ประมาณ 20% ของเกมจะเป็นกิจกรรมที่มีความหนักสูง (High- intensity activity) อย่างเช่นการวิ่ง (Running) และการวิ่งสปริ้นท์ (Sprinting) กิจกรรมที่มีความหนักสูงเหล่านี้ที่ใช้เวลาสั้นๆ (เฉลี่ย 5 วินาที) สลับกับกิจกรรมที่มีความหนักต่ำ อย่างเช่นการเดินและจ๊อกกิ้ง (เฉลี่ย 18 วินาที) นอกจากนี้โดยเกมและแบบแผนของการเล่น ที่ต้องการความสามารถด้านทักษะและความเครียดจากท่าทางการเล่น (ท่าก้มตัวไปหน้าครึ่งตัว) ส่งผลให้มีความต้องการของอัตราการทำงาน (Work rate) เพิ่มเข้าไปอีก ด้วยเหตุนี้ดูเป็นการเหมาะสมที่จะมองว่าเกมของฮอกกี้สนามเป็นความต้องการทางด้านแอโรบิค (Aerobic) และประกอบกับยังมีการเกิดขึ้นเนื่อง แม้ว่าจะเป็นในระยะสั้นๆของการออกแรงด้านแอนแอโรบิค (Anaerobic) เสริมเติมเข้าไปอีก การออกแรงที่มีความหนักสูงจะขึ้นอยู่อย่างมากกับระบบพลังงานที่ใช้อย่างทันทีคือ เอทีพีซีพี (ATP-CP ; Adenosine triphosphate phosphocreatine) และพลังงานในระยะสั้น คือแอนแอโรบิคไกลโคไลซิส (Anaerobic glycolysis) หรือ ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิค (Anaerobic energy systems) ระบบพลังงานแบบแอโรบิคมีความสำคัญในระหว่างการออกกำลังกายที่ไม่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน (Prolonged intermittent exercise) มีหลักฐานว่ากีฬาฮอกกี้สนามนั้นมีความต้องการใช้พลังงาน

ร่วมกันทั้ง 3 ระบบซึ่งแต่ละระบบก็มีบทบาทที่สำคัญในการสนับสนุนด้านพลังงานระหว่างเกม และเนื่องจากมีผลการศึกษาและงานวิจัยมากมายที่บ่งบอกว่า ระบบพลังงานงานแบบแอโรบิคมีความสำคัญสูงมากกับกีฬาฮอกกี้ จึงมีงานวิจัยที่ศึกษาถึงสมรรถภาพทางด้านนี้กันค่อนข้างมาก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงระดับของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) วิธีการที่ใช้วัด-ในนักฮอกกี้หญิง

Level	*N*	Mean VO_{2max} (± SD) ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	Method Obtained	References
Sub-Elite (USA)*	10	42.9	TM	Maksaud *et al*, 1976
Elite and Sub-Elite (USA)*	10	51.7	TM	Zeldis *et al*, 1976
Sub-Elite (Australia)*	6	50.1	TM	Rate & Pyke, 1981
Sub-Elite (USA)	18	47.9	TM	Babcock *et al*, 1984
Elite (Canada)*	10	54.5	TM	Reilly *et al*, 1985
Elite (Canada)*	16	59.3	TM	Ready & van der Merwe, 1986
Sub-Elite (England)*	12	52.2	TM	Cheetham & Williams, 1987
Sub-Elite (USA)	37	42.9 ± 9.1	QCST	Wassmer *et al*, 2002
Elite (Australia)	35	43.7 ± 1.2	MSFT	Keogh, Weber and Dalton, 2003
Sub-Elite (Australia)	39	38.9 ± 1.3	MSFT	Keogh, Weber and Dalton. 2003
Sub-Elite (England)*	9	50.3 ± 1.1	MSFT	Sunderland & Nevill, 2005
Sub-Elite (UK)	20	48.6 ± 1.0	MSFT	Leslie *et al*, 2008
Elite (Australia)	14	53.5 ± 4.3	MSFT	Gabbett, 2010b
Elite (Germany)	17	46.6 ± 2.9	TM	Hinrichs *et al*, 2010
Sub-Elite (USA)	17	53.6	MSFT	De Souza *et al*, 2010
Elite (UK)	8	52.9 ± 2.9	TM	MacLeod & Sunderland, 2012

Collated maximal aerobic capacities in elite and sub-elite female field hockey players (*taken from Reilly & Borrie, 1992). TM = Maximal Treadmill Test, SM –Sub-maximal Test, MSFT = Multi Stage Fitness Test, QCST = Queens College Step Test

ที่มา : White & Andrew. (2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. สมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายที่ใช้ในการเล่นกีฬา เป็นความสามารถของร่างกาย ที่สอดคล้องกับความต้องการทางกายของร่างกายสำหรับการเล่นกีฬานั้นได้เต็มศักยภาพ โดยปกติแล้วความต้องการทางกายของร่างกายในการเล่นกีฬานั้น มีมากกว่าที่ต้องการสำหรับการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันมาก อย่างเช่น นักกีฬาที่สามารถวิ่ง 26 ไมล์ ใช้เวลาเพียง 2 ชั่วโมงกว่า และนักยกน้ำหนักระดับโลก ที่ใช้กล้ามเนื้อในการยกท่าเบ้นช์เพรส (Bench Press) ถึง 650 ปอนด์ หรือ 295 กิโลกรัม (Martens Rainer, 2004 : 268)

สมรรถภาพทางกายไม่ได้เป็นสภาพที่ถาวร แต่เป็นภาวะหรือสภาพของร่างกายในเวลาใดเวลาหนึ่งโดยเฉพาะ เมื่อนักกีฬาหยุดการฝึกซ้อม สภาพร่างกายจะเสื่อมถอยลงอย่างง่ายและรวดเร็ว

ส่งผลให้โค้ชและหรือนักกีฬาเกิดความว้าวุ่นใจและหันกลับมาฝึกซ้อมอย่างหนักเพื่อที่ต้องการให้มีระดับสมรรถภาพในระดับที่สูงตามที่ต้องการ ดังนั้นการตระหนักว่าสมรรถภาพนั้นเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ จึงเป็นเหตุให้โค้ชมักจะวางแผนที่เป็นวงจรการฝึก (Training cycle) เพื่อที่ทำให้นักกีฬาอยู่ในภาวะดีที่สุด (Peak condition) กับการแข่งขันนัดสำคัญ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในส่วนขององค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย (Components of Physical Fitness) จะเห็นได้ว่ากีฬาต่างชนิดกันนั้น ต้องการชนิดของสมรรถภาพที่ต่างกัน กีฬาที่ทำการแข่งขันในระยะไกล อย่างเช่น การแข่งขันจักรยานทางไกล ตรู เดอ ฟรองซ์ (Tour de France) หรือ วิ่งบอสตันมาราธอน ที่เน้นย้ำสมรรถภาพด้านระบบไหลเวียนโลหิต (Cardio respiratory fitness) ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่เรียกว่า สมรรถภาพด้านพลังงาน (Energy fitness) แต่สำหรับกีฬาอย่างเช่นยกน้ำหนัก ทุ่มน้ำหนัก และฮอกกี้ นั้นมีมีความต้องการทั้งสมรรถภาพด้านพลังงาน (Energy fitness) และ สมรรถภาพด้านกล้ามเนื้อ (Muscular fitness) หากเพื่อมุ่งหวังให้ประสบผลสำเร็จในการแข่งขัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าประมาณความต้องการของสมรรถภาพด้านพลังงาน (Energy fitness) และสมรรถภาพด้านกล้ามเนื้อ (Muscular fitness) ในกีฬาชนิดต่างๆ

Sport or Activity	Energy Fitness		Muscular Fitness				
	Aerobic	Anaerobic	Flexibility	Strength	Endurance	Speed	Power
Archery	L	L	M	M	L-M	L	L-M
Badminton	M	M-H	M-H	L-M	M	H	M
Baseball (hitting& fielding)	L	M-H	M	M-H	L-M	H	H
Baseball (base running)	L-M	H	M	M	L-M	H	M-H
Baseball (pitching)	L-M	M-H	H	M-H	M	M-H	H
Basketball (offense& defense)	M-H	H	M	M	M-H	H	M-H

Sport or Activity	Energy Fitness		Muscular Fitness				
	Aerobic	Anaerobic	Flexibility	Strength	Endurance	Speed	Power
Cycling (short distance events)	L-M	H	L-M	M-H	H	M	M-H
Cycling (middle distance events)	M-H	M-H	L-M	M-H	H	M	M-H
Cycling (long distance events)	H	L-M	M	M	H	L-M	M
Diving	L	M-H	H	M-H	L-M	M-H	H
Fencing	M	M-H	M-H	M	M	M-H	M
* Field Hockey	H	M-H	M	M	M-H	M-H	M-H
Figure skating	M-H	M-H	H	M	M	M-H	M
Football (line man)	L-M	H	M	H	L-M	M-H	H
Football (running backs)	M	H	M	H	M	H	H
Football (receivers)	M	H	M-H	M-H	M	H	M-H
Football (punters and kickers)	L	M-H	H	L-M	L-M	H	M-H
Golf	L-M	L-M	M-H	L-M	L-M	L-M	M-H
Gymnastic	L-M	H	H	M-H	M-H	M-H	H

L=Low M=Medium H=High

อ้างอิงจาก Martens Rainer (2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

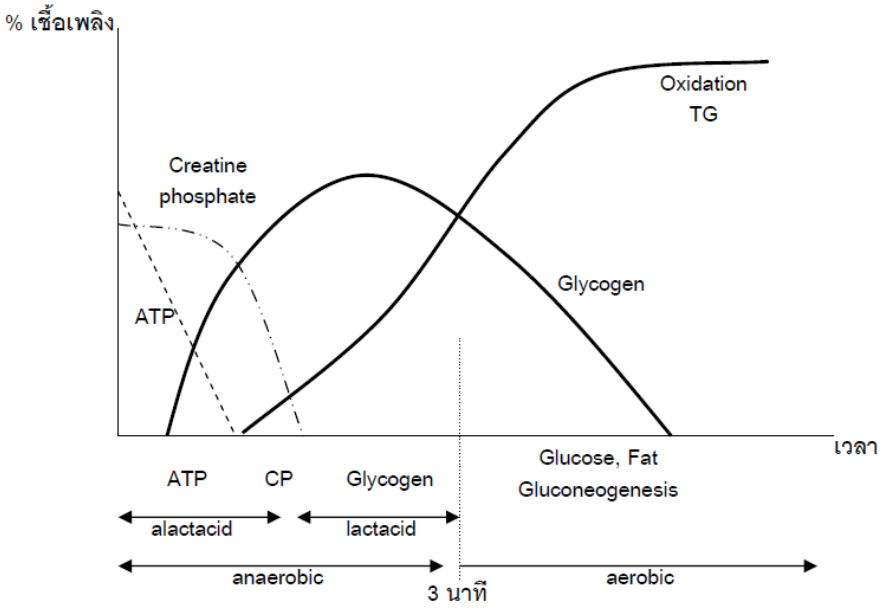
3. แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อ

พลังงานที่จะได้นั้นมาจากกระบวนการเมตาบอลิซึมหรือการสร้างพลังงานจากสารอาหารที่ร่างกายได้รับในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นเป็นขั้นๆไปภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เมตาบอลิซึมจะเกิดขึ้นตลอดเวลาเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมในร่างกายให้คงอยู่ในสมดุลปกติ พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อมาจากเอทีพี (Adenosine Tri-Phosphate : ATP) แต่เนื่องจากพลังงาน (ATP) ที่พร้อมใช้งานภายในร่างกายมีอยู่อย่างจำกัด สามารถใช้ในการออกกำลังกายอย่างหนักได้เพียงไม่กี่วินาทีเท่านั้น และหากพลังงาน (ATP) หมดไปกล้ามเนื้อก็จะไม่สามารถหดตัวได้อีก ร่างกายจึงมีกลไกในการสร้างพลังงาน (ATP) เพื่อตอบสนองความต้องการในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ให้เพียงพอ การหดตัวของกล้ามเนื้อต้องอาศัยพลังงานจากสารพลังงาน (ATP) ถ้ากล้ามเนื้อต้องทำงานในช่วงสั้นๆ เพียงแวบเดียวหรือแค่กระพริบตาไม่เกิน 5-6 วินาที กล้ามเนื้อจะใช้สารเอทีพี (ATP) ที่สะสมอยู่ในเซลล์ แต่ถ้าทำงานนานขึ้นจะต้องสร้างพลังงาน (ATP) เพิ่มเติมจากแหล่งเชื้อเพลิงที่อยู่ใกล้ตัวที่สุด คือ ครีเอตินฟอสเฟต (Creatine phosphate : CP) ในส่วนของระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system) การสลายครีเอตินฟอสเฟตจะทำให้ได้พลังงาน (ATP) ใช้ต่ออีกระยะหนึ่ง (10-15 วินาที) ถ้ากล้ามเนื้อต้องออกแรงนานกว่านี้ต้องสร้างพลังงาน (ATP) จากกลูโคสแทน

การสร้างพลังงาน (ATP) จากการสลายกลูโคสทำได้ 2 วิธี คือ (รัตนวดี ณ นคร, 2557)

1. การสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic respiration) หรือที่เรียกว่า Glycogen lactic acid system การสลายกลูโคสเพื่อเป็นพลังงานโดยวิธีการนี้ทำได้เร็วเพราะไม่ต้องรอออกซิเจน สามารถใช้ต่อจากระบบฟอสฟาเจนได้ แต่จะใช้ได้ไม่นานโดยเฉพาะถ้ากล้ามเนื้อต้องออกแรงเต็มที่ประมาณ 30-40 วินาที โดยวิธีการนี้ การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จะได้เป็นกรดไพรูวิก (Pyruvic acid) 2 โมเลกุล และเนื่องจากไม่มีออกซิเจน กรดไพรูวิกจะเปลี่ยนเป็นกรดแลกติก ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อเกิดอาการอ่อนล้าได้ถ้ามีกรดแลกติกคั่งอยู่มาก ดังนั้นเมื่อถึงจุดๆนี้ ร่างกายจะต้องเปลี่ยนไปใช้ระบบการสลายพลังงานแบบใช้ออกซิเจนแทน

2. การสลายกลูโคสแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic respiration) ใช้กับการทำงานชองกล้ามเนื้อที่ต้องใช้ระยะเวลานาน เช่น การวิ่งระยะยาวหรือการวิ่งมาราธอน กระบวนการสันดาปกลูโคสโดยใช้ออกซิเจนจะทำให้ได้พลังงาน (ATP) จำนวนมหาศาล พอที่จะทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้นานตามวัตถุประสงค์ ออกซิเจนจะช่วยสันดาปกรดไพรูวิก (Pyruvic acid) ได้จากการสลายกลูโคสไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และสารพลังงาน (ATP) โดยผ่านทางวัฏจักรของกรดซิตริก (Citric acid cycle) ช่วยลดการคั่งของกรดแลกติก หรือสามารถกำจัดกรดแลกติกในกล้ามเนื้อให้หมดไปได้



รูปที่ 2 แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อ

อ้างอิงจาก รัตนวดี ณ นคร, 2557

จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าระหว่างการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะสร้างพลังงาน (ATP) ขึ้นจากแหล่งพลังงานหลายแหล่งด้วยกัน ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลังกาย ได้แก่ พลังงาน (ATP) ที่สะสมในกล้ามเนื้อ ครีเอตินฟอสเฟต, ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ, กลูโคส และ กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ที่ลำเลียงมาทางกระแสเลือด การสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเพื่อผลิตพลังงาน (ATP) จะใช้เมื่อร่างกายต้องออกแรงอย่างหนักในระยะ 2-3 นาทีแรก ทำให้มีการคั่งของกรดแลกติกในกล้ามเนื้อเป็นเหตุให้มีการอ่อนล้า เมื่อร่างกายสามารถใช้กรดไขมันอิสระเป็นแหล่งพลังงานได้โดยกระบวนการออกซิเดทีฟ (Oxidative) จะทำให้ได้พลังงาน (ATP) จำนวนมากมาย กล้ามเนื้อจะทำงานต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลานาน

ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในขณะที่ร่างกายออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา ระบบพลังงานทั้ง 3 ระบบ (Phosphagen system ใช้ใน 10-15 วินาทีแรก Glycogen lactic acid system ใช้ต่อได้ 30-40 วินาที และ Aerobic system) จะทำงานสอดคล้องกันเพื่อส่งเสริมให้ร่างกายสามารถทำกิจกรรมต่างได้ตลอดระยะเวลาที่ ต้องการ จะไม่มีการทำงานของระบบพลังงานใดระบบหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นลักษณะที่ระบบ ไหลระบบหนึ่งทำงานมากกว่าหรือทำงานเด่นกว่าอีกระบบหนึ่งในทุก ๆ กิจกรรมการเคลื่อนไหว ด้วยเหตุนี้ในการฝึกซ้อมนักกีฬาจึงต้องคำนึงถึงพลังงานที่ใช้ และ

ตรงกับความต้องการของชนิดกีฬานั้น ๆ นักกีฬาที่มีความสมบูรณ์ของร่างกายดี จะมีการสร้างร่างกายเพื่อกักตุนพลังงานและนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อขจัดของเสียจากการเผาผลาญ (Metabolic waste) ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

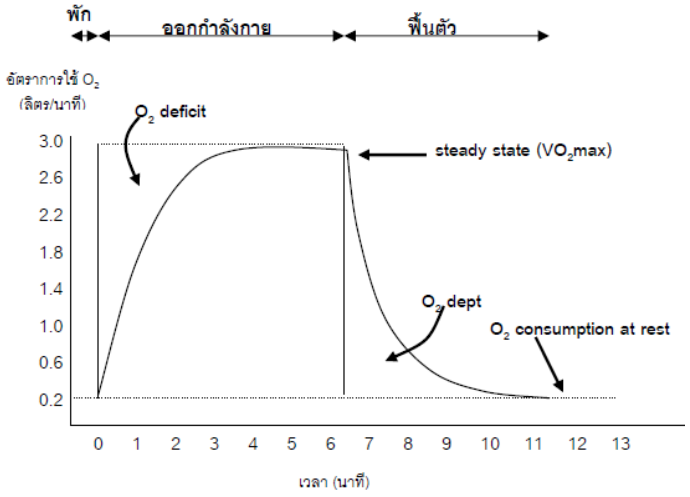
4. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดหมายถึงอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของร่างกายในขณะใดขณะหนึ่ง โดยก๊าซออกซิเจนถูกนำไปสันดาปกับกลูโคส ไขมัน โปรตีน เพื่อให้พลังงาน (ATP) ซึ่งถูกนำไปให้เซลล์ใช้ ดังนั้นถ้าเซลล์มีการเผาผลาญ (Metabolism) สูง อัตราการใช้ออกซิเจนก็จะสูงด้วย หน่วยที่ใช้แสดงอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนมี 2 หน่วยได้แก่หน่วยสัมบูรณ์ (Absolute unit) แสดงเป็นลิตรต่อนาที (L/min) หรือมิลลิลิตรต่อนาที (ml/min) และหน่วยสัมพัทธ์ (Relative unit) แสดงเป็นลิตรต่อนาทีต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (ml/min/kg)

อัตราการใช้ออกซิเจน คือ ปริมาณของออกซิเจนร่างกายต้องการใช้ต่อ 1 นาที โดยปกติในท่านั่งร่างกายจะมีอัตราการใช้ออกซิเจนประมาณ 200-300 มล./นาที หรือ 3.5 มล./กก./นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) ในระยะพักประมาณ 250 มล./กก./นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) ซึ่งเรียกอัตราการใช้ออกซิเจนที่ระดับนี้ว่า 1 MET (Metabolic equivalent)

ในคนทั่วไปอัตราการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มได้ 3 เท่า เมื่อให้ออกกำลังกายเบาๆหรือเพิ่มได้ 8-12 เท่า เมื่อออกกำลังกายหนัก (2-3 ลิตร/นาที) แต่ถ้าเป็นนักกีฬาสมรรถนะในการใช้ออกซิเจนจะสูงกว่าคนปกติมาก ระหว่างออกกำลังกายหนักอาจเพิ่มได้ถึง 16-20 เท่า (4-5ลิตร/นาที)

อัตราการใช้ออกซิเจนจะแปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย (ดังรูปที่ 3) โดยจะค่อยๆเพิ่มขึ้นใน 2-3 นาทีแรกจนถึงระดับคงที่ (Steady state) ที่จุดนี้อัตราการจ่ายออกซิเจนจากเลือดจะเท่ากับอัตราความต้องการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ (O_2 supply = O_2 demand) เมื่อหยุดออกกำลังกาย อัตราการใช้ออกซิเจนจะค่อยๆ ลดลงสู่ระดับปกติอีกครั้ง



รูปที่ 3 แสดง Oxygen consumption หรือ Oxygen uptake

อ้างอิงจาก รัตนวดี ณ นคร, 2557

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า อัตราการใช้ออกซิเจนจะแปรตามความหนักเบาของการออกกำลังกาย การใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ใน 1-2 นาทีแรก และคงที่อยู่ที่คงที่ (Steady state) ที่จุดนี้ระบบสนับสนุนจะจ่ายออกซิเจนได้เท่ากับที่กล้ามเนื้อต้องการใช้เพื่อสร้างพลังงาน เมื่อหยุดการออกกำลังกาย การใช้ออกซิเจนจะค่อยลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงระดับพักอีกครั้งหนึ่งในระยะแรกอัตราการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนยังเพิ่มได้ไม่ทันกับความต้องการของกล้ามเนื้อนักสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย เรียกปริมาณของออกซิเจนที่ขาดหายไปในการออกกำลังกายนี้ว่าออกซิเจนดิฟิซิท (Oxygen deficit) เรียกว่ามีออกซิเจนดิฟิซิท (O_2 deficit) ต้องขอยืมออกซิเจนจากแหล่งสะสมมาใช้ชั่วคราวก่อน และเมื่อหยุดออกกำลังกาย ร่างกายจะยังคงใช้ออกซิเจนต่อไปเพื่อนำไปคืนให้แหล่งสะสมที่ขอยืมมาใช้ล่วงหน้าก่อน การใช้ออกซิเจนของร่างกายภายหลังการหยุดออกกำลังกายนี้เรียกว่าออกซิเจนเดป (O_2 debt)

อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของร่างกายจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบในร่างกายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ระบบหายใจ ในการบีบเลือดเพื่อนำก๊าซและสารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย

- ระบบหายใจ ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ อย่างเพียงพอสำหรับความต้องการของเซลล์

- ระบบเลือด ที่มีหน้าที่จับรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน และนำไปสู่เซลล์

- ระบบกล้ามเนื้อ ที่เป็นระบบประสาทปลายทาง และสกัดเอาออกซิเจนไปใช้ เซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายไม่ว่าจะเป็นกล้ามเนื้อหรือไม่ ต้องมีการเผาผลาญ (Metabolism) ทั้งสิ้น ทุกเซลล์จึงมีส่วนต่ออัตราการใช้ออกซิเจน แต่ระบบกล้ามเนื้อมีสัดส่วนการใช้ออกซิเจนมากกว่าระบบอื่นๆ ทั้งในระยะพักและออกกำลังกาย

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะ ได้แก่ อายุ เพศ ขนาดรูปร่างและสมรรถภาพทางกาย ซึ่งจะเพิ่มตามอายุ โดยจะสูงสุดเมื่ออายุ 20-29 ปีในเพศหญิง และอายุ 20-29 ปีในเพศชาย จากนั้นค่อยๆลดลง โดยทั่วไปเพศชายจะมีความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดประมาณ 50 มล./กก./นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) เพศหญิงมีค่าประมาณ 40 มล./กก./นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) (ภาคผนวก ก) ซึ่งน้อยกว่าเพศชาย ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้วัดความสมบูรณ์ของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นสิ่งที่ได้จากปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกไปในเวลา 1 นาที (Cardiac Output : CO) มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที ซึ่งสามารถขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อมากขึ้น และความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนในเส้นเลือดแดงกับเส้นเลือดดำ ($a\text{-}vO_2$ difference) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรออกซิเจนต่อลิตรจะขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนสูงสุดในเส้นเลือดแดง ในการดึงเอาออกซิเจนออกจากเลือดของเซลล์กล้ามเนื้อที่กำลังทำงานอยู่ และปริมาณออกซิเจนน้อยที่สุดในเส้นเลือดดำ (เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2532 อ้างถึงใน นรีรัตน์ บุตรบุญปั้น, 2555)

5. การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงาน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสามารถของร่างกายในอันที่จะออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ๆ โดยออกซิเจนจะได้รับการลำเลียงเข้าสู่เนื้อเยื่อบริเวณไมโตคอนเดรียของเซลล์ และในขบวนการเดียวกันนี้คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขจัดออกจากร่างกาย ขณะที่ร่างกายออกกำลังอย่างหนักขบวนการขนถ่ายออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะทำงานเร็วขึ้น จนในที่สุดเซลล์และเนื้อเยื่อไม่สามารถสกัดและรับออกซิเจนมาใช้ได้อีกต่อไปแล้ว ถึงแม้ว่าความหนักของงานหรือการออกกำลังกายจะมีความหนักเพิ่มขึ้น เมื่อนั้นร่างกายก็ได้ออกกำลังที่ระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (สมหมาย แตงสกุล, 2531) ดังนั้น

การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จึงเป็นการบ่งชี้ถึงระดับสมรรถภาพทางกายทางด้านระบบไหลเวียนเลือดได้เป็นอย่างดี เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของหัวใจในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปอดสามารถรับอากาศได้มาก เซลล์ในกล้ามเนื้อสามารถรับออกซิเจนไปสร้างเป็นพลังงานได้ดีและขบวนการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

วิธีที่ใช้ในการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มี 2 วิธีด้วยกันคือ (สายนที ปรารถนาผล, 2553)

5.1 ทดสอบโดยตรง (Direct VO_2max) เป็นวิธีที่ใช้วัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ได้ถูกต้องที่สุด ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงและผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบ ยากต่อการเคลื่อนย้าย เนื่องจากต้องทำในห้องทดลอง

5.2 ทดสอบโดยอ้อม (Indirect VO_2max) เป็นการประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกายจากความสามารถในการออกกำลังกาย ที่สามารถทำการทดสอบความสามารถในการออกกาลังกายโดยประเมินการตอบสนองของร่างกายที่มีต่อกิจกรรมการออกกำลังกายในช่วงเวลาที่กำหนดและแปลผลที่ได้เพื่อทำนายถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความแข็งแรง ของแต่ละบุคคลและเป็นตัวบ่งบอกถึงสรีรวิทยาของร่างกายว่าสามารถปรับตัวให้สัมพันธ์กับความต้องการการเผาผลาญของร่างกายที่เพิ่มขึ้นได้เพียงใดซึ่งสามารถทดสอบได้หลายวิธี นอกจากนี้ในการทดสอบโดยอ้อม ยังประกอบไปด้วยการทดสอบที่เรียกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) และแบบทดสอบที่เป็นแบบทดสอบภาคสนาม (Field test) และการทดสอบยังแยกย่อยโดยแบ่งเป็น แบบทดสอบที่เป็นการออกกำลังกายที่ใช้แรงมากที่สุดหรือที่ระดับความหนักสูงสุด (80-90 % VO_2max) โดยใช้เวลาน้อยและมักจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย เช่น การวิ่งบนสายพาน (Treadmill) และการปั่นจักรยาน (Astrand) กับอีกรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบที่ให้ผู้เข้ารับการทดสอบออกกำลังในระดับปานกลาง หรือที่ความหนัก 70-80%HRmax (Sub maximum exercise test) หรือของอัตราชีพจรสูงสุด

ขณะที่การทดสอบทางสรีรวิทยาในห้องปฏิบัติการอาจช่วยให้มีการประเมินที่ถูกต้องกับความสามารถของนักกีฬา ทั้งที่เป็นการทดสอบที่ให้มีการออกกำลังอย่างเต็มที่และระดับปานกลาง (Maximal and Sub maximal) แต่แบบทดสอบดังกล่าวนั้นใช้เวลาเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังต้องการ

เครื่องมือเป็นพิเศษและบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมมาอย่างดี แบบทดสอบภาคสนามจึงเป็นอีกทางเลือกที่สามารถนำมาใช้แทนการประเมินในห้องปฏิบัติการ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาว่าจะนำเอาแบบทดสอบภาคสนาม (Field test) ใดไปใช้ มีปัจจัยหลายประการด้วยกันที่ต้องพิจารณา สิ่งที่สำคัญประการแรก คือการเลือกแบบทดสอบที่จะทำการวัดตัวแปรโดยเฉพาะกับกีฬานั้นประกอบกับ เพื่อให้เกิดความมั่นใจกับผลที่ได้จากการทดสอบ โดยมีเงื่อนไขว่าเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพและสามารถใช้อ้างอิงได้ (Dependable information) กับนักกีฬาที่ทำการทดสอบนั้นได้อย่างถูกต้อง แบบทดสอบนั้นจะต้องมีความตรงและเชื่อถือได้ (Valid and Reliable) รวมทั้งมีความเป็นปรนัย (Objective) อีกด้วย

โดยความตรงของแบบทดสอบจะมีความหมายโดยทั่วไปว่าแบบทดสอบนั้น ๆ สามารถวัดคุณลักษณะต่าง ๆ ได้เหมาะสมหรือตรงกับจุดมุ่งหมายของการวัดหรือไม่ และแบบทดสอบนั้นสามารถวัดสิ่งที่วัดได้ถูกต้องตรงตามกับที่ต้องการวัดหรือไม่ แต่แท้ที่จริงแล้วความตรงยังมีความหมายที่เฉพาะและแตกต่างกันออกไปตามวิธีการคำนวณและจุดมุ่งหมายของการวัดอีก และความตรงก็ยังแบ่งออกอีกเป็น 3 ประเภทนั่นก็คือความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ ความตรงตามเนื้อหาและความตรงตามโครงสร้าง ส่วนความเชื่อมั่นก็เป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบอีกประการหนึ่งที่แสดงให้ทราบว่าแบบทดสอบนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่สม่ำเสมอ แน่นอน คงที่มากน้อยเพียงใด หากแบบทดสอบนั้นให้ผลที่คงที่สม่ำเสมอแน่นอน ไม่ว่าจะใช้วัดสักกี่ครั้งก็ตามนั้นก็แสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง และแบบทดสอบที่มีความตรงนั้นก็จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความเชื่อมั่นด้วย ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจึงมีความจำเป็นต่อความตรงของแบบทดสอบด้วยเช่นกัน ซึ่งแบบทดสอบที่ดีจะมีค่าตัวใดตัวหนึ่งสูงเพียงตัวเดียวไม่ได้เพราะแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูง อาจมีค่าความตรงต่ำทั้งนี้เพราะแบบทดสอบนั้นอาจไม่ได้วัดสิ่งที่มุ่งทำก็เป็นได้ (Ebel, 1972 อ้างใน สุพัฒน์ สุกมลสันต์, www.portal.edu.chula.ac.th) เมื่อเป็นเช่นนี้หากนำแบบทดสอบดังกล่าวไปใช้ในการวัด ก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้รับไม่มีความหมายและไม่เป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนตลอดจนนักกีฬา ซึ่งก็จะเป็นการสูญเสียทั้งเวลาและงบประมาณไปโดยใช่เหตุ

นอกเหนือไปจากการพิจารณาความตรงจำเป็นต้องระลึกไว้เสมอว่าความตรงนั้นเป็นสิ่งที่เฉพาะและมีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่จำเพาะเจาะจง (Definite situation) ด้วยอย่างเช่นแบบทดสอบหนึ่งอาจจะมีความตรงสำหรับใช้กับคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะหรือสภาพแวดล้อม

(Circumstance) หนึ่งใดโดยเฉพาะ แต่อาจจะไม่มีความตรงสำหรับการที่จะนำไปใช้วัดกับกลุ่มอื่น ๆ ที่มีลักษณะต่างกันออกไปหรือในสภาพแวดล้อมอื่นที่ต่างออกไป (Morrow, J.R. et al., 2000:84) ส่วนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) นั้นเป็นการอ้างถึงความคงเส้นคงวาของผลที่ได้รับจากการทดสอบไม่ว่าจะใช้วัดภายในวันเดียวกัน (Repeatability) หรือใช้วัดเป็นช่วงที่ห่างออกไปหลายๆวัน (Reproducibility) นอกจากนี้แบบทดสอบก็มีค่าความเชื่อมั่นภายใต้สภาพแวดล้อมเฉพาะมีการดำเนินการทดสอบด้วยวิธีการเฉพาะและด้วยกลุ่มของประชากรเฉพาะด้วย ซึ่งมันจะเป็นการไม่เหมาะสมหากจะยึดถือเอาง่ายๆแต่เพียงเพราะว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสำหรับคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งแล้วแบบทดสอบนั้นจะมีความเชื่อมั่นกับคนกลุ่มอื่นด้วย (Morrow, J.R. et al., 2000)

กีฬาที่วิเคราะห์ว่าต้องมีสมรรถภาพด้านการใช้ออกซิเจนสูง จึงเลือกแบบทดสอบเหล่านี้ไปใช้ แต่เนื่องจากว่าแบบทดสอบเหล่านี้มักเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เข้ารับการทดสอบออกแรงเต็มที่ (Maximal test) คือเป็นการออกกำลังอย่างหนักหรือมีความหนักระดับมากต่อเนื่องไปจนกระทั่งผู้เข้ารับการทดสอบทำต่อไปไม่ไหว จึงจะได้ผลตามต้องการ แบบทดสอบประเภทนี้พบว่าก่อให้เกิดปัญหาเมื่อนำไปใช้ทดสอบกับคนที่ไม่ใช่นักกีฬาหรือมีสมรรถภาพทางกายไม่ค่อยดี ต่อมาภายหลังจึงมีการปรับเปลี่ยนไปบ้างจากการให้ออกแรงอย่างเต็มที่มาเป็นการออกแรงที่มีความหนักระดับปานกลาง (Sub maximal) อย่างเช่นจากแบบทดสอบ ที่เดิมมีการพักน้อย ก็ให้พักนานขึ้นหรือให้ลดเวลาในช่วงการออกแรงให้น้อยลง เช่น จากเดิม 2 นาทีได้มีการปรับให้เป็น 1 นาที สลับกับการพักเป็นต้น

นอกจากนี้ต่อมายังพบอีกว่ามีหลายแบบทดสอบที่ไม่สามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจน กล่าวคือแบบทดสอบที่มีการออกแรงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งผู้เข้ารับการทดสอบทำต่อไปไม่ไหวนั้น ผลการทดสอบจะมีความถูกต้องแม่นยำกับกีฬาบางประเภทหรือไม่ อย่างเช่น ในกีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล ฮอกกี้ เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากในกีฬาดังกล่าวขณะเล่นจะเป็นการเคลื่อนที่ที่ไม่ได้ต่อเนื่องกันไปโดยตลอดแต่จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่หลากหลาย อย่างเช่นเป็นการออกตัววิ่งอย่างเร็ว วิ่งเร็วระยะสั้นๆ มีการพักบ้างอาจจะเป็นด้วยการเดินหรือจ๊อกกิ้ง ซึ่งกีฬาประเภทดังกล่าวนี้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มกีฬาที่โดยธรรมชาติของกีฬานั้นเป็น ประเภทอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) ด้วยเหตุนี้แบบทดสอบจึงได้มีการพัฒนาให้มีลักษณะเป็นอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) คือให้มีการออกกำลังสลับกับการพัก (Recovery) สลับกันเป็นระยะ จะเห็นว่าระยะทางที่ใช้ก็จะอยู่ระหว่าง 15-20 เมตร และมักเป็นการวิ่งไปกลับ (Shuttle run) โดยมีการกลับตัวเพิ่มหลายครั้งขึ้น

แบบทดสอบที่เป็นแบบทดสอบภาคสนาม (Field test) ซึ่งเป็นที่นิยมนำไปใช้ทดสอบกันโดยทั่วไปในบรรดากีฬาที่เป็น อินเตอร์มิตเตนท์ จากการทบทวนงานวิจัยของต่างประเทศพบว่ามีอยู่หลายแบบทดสอบด้วยกัน เช่น แบบทดสอบอินเทอร์เวิล ชัตเติล รัน (Interval Shuttle Run Test : ISRT), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (Yo-Yo Intermittent Recovery Test : YO-YOIR) , แบบทดสอบมัลติสเตท ฟิตเนส (Multistage Fitness Test : MSFT), แบบทดสอบคูเปอร์ (The Cooper test) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกเอาแบบทดสอบ โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรรี่ ระดับ 2 (Yo-Yo Intermittent Recovery Test, level 2 : YO-YO IR2) เนื่องด้วยเป็นแบบทดสอบที่ยอมรับกันว่ามีความเชื่อมั่นสูง มีความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility) สูง มีความไว (Sensitivity) สูง รวมทั้งมีความตรงสูงด้วย (Krustrup, et al., 2006) เพื่อมาทดสอบกับนักกีฬาฮอกกี้

6. การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (YO-YO IR test)

6.1 การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol)

วิธีนี้นิยมใช้ในการวินิจฉัยสำหรับโรคหัวใจ (Coronary heart disease) และใช้ประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) จากความสามารถสูงสุด (Maximal performance) ได้ดี ในการทดสอบเพื่อวินิจฉัยโรคหัวใจ จะต้องมีแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ ทำในห้องทดสอบที่มีอุปกรณ์ช่วยพื้นคืนชีพ สำหรับกรณีฉุกเฉิน และต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าหัวใจอย่างใกล้ชิด ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะต้องติดเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจตลอดเวลา ในการทดสอบหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) จากความสามารถสูงสุด (Maximal performance) นั้นต้องพิจารณาว่าผู้ที่ถูกทดสอบจะไม่มีความเสี่ยงต่อการทดสอบ และต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการทดสอบอย่างเคร่งครัด และควรกำหนดเป้าหมายของการทดสอบ ซึ่งการทดสอบที่ปลอดภัยคือประมาณ 80-85%MHR (Maximum heart rate) หรือใช้ระดับความเหนื่อย (Rate of perceived exertion : RPE) ไม่เกิน 16 โดยเริ่มจากน้ำหนัก (Load) ที่เบา เพื่อให้มีการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และมีการปรับตัวของระบบไหลเวียน (Cardiovascular adaptation) จากนั้นจึงเพิ่มน้ำหนักของงาน (Work load) ประมาณ 3-4 METS (1MET = 3.5 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ Oxygen uptake) ดังนั้นการทดสอบนี้จะเสร็จค่อนข้างเร็ว โดยเพิ่มความเร็วและความชันของสายพาน (Treadmill) ในแต่ละระดับ (Stage)

และนำมาเข้าสมการเพื่อทำนายค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (ดูรายละเอียดจากภาคผนวก ข)

6.2 แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ (Yo-Yo intermittent recovery test) แบบทดสอบ โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรรี่ (Yo-Yo intermittent recovery test) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยบังสโบว์ (Bangsbo,J, 1994) เพื่อเลียนแบบ (Replicate) ทีมกีฬาที่มีธรรมชาติเป็นอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินความสมารถของนักกีฬาในการทำซ้ำของการออกกำลังที่มีความหนักมาก (Intense exercise) และความสามารถที่จะฟื้นคืนสภาพ (Recover) จากกิจกรรมที่มีความหนักมากนั้น ประกอบไปด้วยการทดสอบที่แบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

การทดสอบทั้ง 2 ระดับ ประกอบด้วย การวิ่งระยะ 20 เมตรซ้ำหรือวิ่งกลับไปกลับมาโดยที่เพิ่มความเร็วขึ้นกับทุก ๆ ระยะการวิ่ง 40 เมตรและแทรกด้วย/สลับกับการหยุดพัก ด้วยการเดินหรือวิ่งเหยาะในเขตุที่กำหนดให้เป็นเวลา 10 วินาที (Active rest) ของทุกระยะ 40 เมตร แบบทดสอบนี้เป็นการออกกำลังอย่างเต็มที่และเสร็จสิ้นเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบรู้สึกว่าทำต่อไปไม่ไหวหรือไม่สามารถรักษาความเร็วตามที่เครื่องเสียงกำหนดให้ทำ (Krustrup, et al., 2003) ส่วนที่ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) แตกต่างไปจาก แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) คือ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เริ่มด้วยการออกวิ่งใน 4 เที่ยว (bouts หรือ Level คือระยะทางไปกลับ 2x20 คือ 40 เมตร) แรกด้วยความเร็ว 13-16 $km.h^{-1}$ และ 7 เที่ยวต่อมาเป็น 16.5-17 $km.h^{-1}$ และหลังจากนั้นจะเพิ่มความเร็วขึ้น 0.5 $km.h^{-1}$ อย่างต่อเนื่องไปทุก ๆ 8 เที่ยวของการวิ่ง (ดูรายละเอียดภาคผนวก ค) ส่วน แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอร์รี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) เริ่มการวิ่งใน 4 ยกแรกด้วยความเร็ว 10-13 กม,/ชม. ($km.h^{-1}$) และ 7 เที่ยวต่อมาเพิ่มความเร็วเป็น 13.5-14 $km.h^{-1}$ และต่อจากนั้นเพิ่มความเร็วขึ้น 0.5 $km.h^{-1}$ อย่างต่อเนื่องไปทุกๆ 8 เที่ยวของการวิ่ง และนับแต่แบบทดสอบนี้ถูกนำเสนอ ปรากฏว่ามีการนำแบบทดสอบนี้ไปใช้ในการวิจัยกันอย่างแพร่หลายและกว้างขวางในประเด็นของความเชื่อมั่น (Reliability), ความตรง (Validity), การตอบสนองทาง

สรีรวิทยา (Physiological response) รวมทั้งความสัมพันธ์กับลักษณะของความสามารถในการแข่งขัน (Match performance characteristics)

การศึกษาของครูสทรัป และ คณะ (Krustrup, et al, 2003) พบว่าไม่มีความแตกต่างของผลการทดสอบเมื่อทำการทดสอบซ้ำที่ห่างออกไป 7 วัน โดยหาค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) (r=0.98, P<0.05; CV 4.9%) คล้ายกันนี้โทมัส และ คณะ (Thomas, et al., 2006) ได้ทำการทดสอบซ้ำ (Test-retest) เพื่อหาความเชื่อมั่นและรายงานว่าแบบทดสอบนี้มีค่าสหสัมพันธ์ (Intraclass correlation coefficient model : ICC) โดยมีค่า r=0.95 (P<0.01) ค่า CV=8.7% ซึ่งสูงมากเช่นกัน นอกจากนี้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบโยโย่ (YO-YO test) และค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ได้ผลที่มีทั้งสนับสนุนและตรงกันข้าม ดังมีรายงานว่ามีความสัมพันธ์กันน้อยโดยมีค่าสหสัมพันธ์ (r) (r=0.46, P<0.05) ระหว่างผลการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ (YO-YO test) กับค่าการประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในห้องปฏิบัติการในนักฟุตบอลสมัครเล่น (Castagna, et al., 2006) และที่มีความสัมพันธ์กันสูงโดยมีค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่าง 0.71 และ 0.87 (P<0.05) (Krustrup, et al., 2003, Thomas, et al., 2006 and Rampinini, et al., 2010) นอกจากนี้บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ ผู้เข้ารับการทดสอบ 141 คน บังสโบว์ และ คณะ (Bangsbo, et al., 2008) พบว่าค่าสหสัมพันธ์ก็เป็นที่น่าพอใจ (r=0.70,P<0.05)

ความสามารถ (Performance) ของกีฬาประเภททีมที่มีลักษณะธรรมชาติเป็นอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) กล่าวได้ว่าค่อนข้างยากที่จะกำหนดให้ชัดเจนในเชิงปริมาณ อย่างไรก็ตามเทคนิคการวิเคราะห์การแข่งขัน (Match analysis) นับเป็นวิธีการที่ถูกนำไปใช้กันบ่อย ๆ เพื่อวัดความสามารถทางด้านร่างกายระหว่างเกมการแข่งขัน ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบโยโย่ (Yo-Yo test) และ ตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างการแข่งขัน (Match variables) ของผู้เล่นฟุตบอลอาชีพแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความสามารถ (Performance) จากแบบทดสอบโยโย่ (YO-YO test) และระยะทางโดยรวมที่ทำไปได้ระหว่างการแข่งขัน (r= 0.53,P<0.05) และกับผลรวม (Sum) ของการวิ่งที่มีความเร็วสูง (High speed) และวิ่งสปริ้นท์ (Sprinting) (r=0.58, P<0.05) (Krustrup, et al., 2003) จำนวนการวิ่งที่มีความหนักสูง (High intensity) ที่ทำได้ระหว่างการแข่งขัน (Match) มักใช้ในการวัดคุณภาพการเล่นฟุตบอล (Bangsbo.J,

1994) และที่สำคัญมากคือ ความสามารถของแบบทดสอบโยโย่ (YO-YO test performance) แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กับการวิ่งที่มีความหนักสูง (High intensity) ในนักฟุตบอลอาชีพชาย ($r=0.71, P<0.05$) (Krustrup, et al., 2003) และมีรายงานผลคล้ายกันนี้ในนักบอลหญิงชั้นยอดด้วย (Elite female soccer) โดยพบว่า ความสามารถของแบบทดสอบโยโย่ (YO-YO test performance) มีความสัมพันธ์กับระยะทางที่ทำได้ ($r=0.56, P<0.05$) และจำนวนของกิจกรรมที่มีความหนักสูง (High intensity activity) ($r=0.76, P<0.01$) ที่บันทึกในระหว่างการแข่งขัน (Krustrup, et al., 2005)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการทบทวนงานวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาโดยใช้แบบวัดโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ไปใช้ในการประเมินความสามารถในนักกีฬาชนิดต่างๆ ในประเทศไทย ที่มีการใช้อยู่ก็จะเป็นโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) ซึ่งถูกนำไปใช้เพื่อประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เช่นงานวิจัยโดย กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ และวีรยุทธ แก้วศรี (2555) ศึกษาเรื่องสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลชายที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรทก่อนแบบจำลองการแข่งขัน งานวิจัยโดยญาดา ธารางกูรและสุปราณี ขวัญบุญจันทร์ (2557) เรื่องผลของการฝึกเสริมความเร็วอดทนที่มีต่อสมรรถภาพของนักกีฬาเนตบอล ซึ่งได้นำแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์เตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) ไปใช้ทดสอบความอดทนก่อนการฝึกและหลังการฝึกและงานวิจัยโดยนิรอมลี มะกาเจ (2558) ที่ศึกษาเรื่อง การตอบสนองทางสรีรวิทยา ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของการทดสอบภาคสนามที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิคในนักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่น ผลการศึกษาพบว่าการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์เตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) จะมีอัตราการเต้นของหัวใจและระดับเข้มข้นของกรดแลคติกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแบบทดสอบวิธีการอื่น ๆ และสรุปว่าแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์เตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด มีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่น สามารถใช้ประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิคในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่นได้และมีงานวิจัยโดยเสฐียรพงษ์ บัวพฤทธิ์ และ คณะ (2557) เรื่องการประยุกต์ใช้การทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (YO-YO Intermittent recovery) ในทางกีฬา โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิจัยทางด้านการตอบสนองทางสรีรวิทยาและความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบโยโย่

อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบกับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด รวมถึงสมรรถนะการแข่งขัน อีกทั้งการประยุกต์ใช้การทดสอบในทางกีฬาโดยเฉพาะฟุตบอลและกล่าวว่าการศึกษาประยุกต์การทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ เพื่อเป็นดัชนีวัดการเปลี่ยนแปลงทางสมรรถนะการออกกำลังกายจากการฝึกฝนหรือการเสริมสร้างด้วยโภชนาการ ในทางสรีรวิทยาทางการกีฬาและวิทยาศาสตร์ทางการกีฬาและการออกกำลังกาย ในประเทศไทยยังต้องการการศึกษาวิจัยต่อไป นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่โดยมากศึกษาถึงระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายทั้งกลุ่มนักกีฬาและบุคคลทั่วไปรวมทั้งผู้ป่วย แต่เป็นการนำแบบวัดอื่น ๆ ที่เป็นทั้งห้องปฏิบัติการและการทดสอบภาคสนามที่นำไปใช้กันมากคือด้วยวิธีปั่นจักรยานของออสตรานด์ (Astrand & Ryhming cycle ergometer test) และวิธีการของบรูซ (Bruce treadmill test) เป็นต้น

งานวิจัยในต่างประเทศ

ครูสทรัป และ คณะ (Krustrup et al., 2006) ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ความเชื่อมั่นและการนำไปใช้ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) กับนักกีฬาฟุตบอลระดับยอดเยี่ยม (Elite Athlete) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักฟุตบอลสามารถทำระยะทางได้เฉลี่ย 591±43 (320-920) เมตร หรือ 4.3 (2.6-7.9) นาที ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (Test-retest coefficient of variation : CV) ของระยะทางที่ทำได้เท่ากับ 9.6% (N=29) , อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate : HR) ที่จุดล้า เท่ากับ 191±3 bpm หรือ 98±1% HRmax. แลกเตทในกล้ามเนื้อ (Muscle lactate) = 41.7±5.4 และ 68.5±7.6 mmol.kg^{-1}d.w ที่ 85% และ 100% ของเวลาที่จุดล้า (of exhaustion time) ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับค่าครีเอตินฟอสเฟต (CP) ของ กล้ามเนื้อเท่ากับ 40.4±5.2 และ 29.4±4.7 mmol.kg^{-1}d.w , ค่าสูงสุดที่เกิดกรดแลกติก (Peak blood lactate) เท่ากับ 13.6+-0.5 mM. ความสามารถแบบทดสอบโยโย่ (Yo-Yo performance) หรือ ระยะทางที่ทำได้มีความสัมพันธ์กับห้องปฏิบัติการ (Lab treadmill test : LTT) ระยะทาง (Performance) (ค่าr=0.74,P,0.05) และ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (ค่า r=0.56,P<0.05) แต่ไม่สัมพันธ์กับการวิ่งสปริ้นท์ (Sprint) 30 และ 50 เมตร , Yo-Yo performance ในนักฟุตบอลยอดเยี่ยมระดับนานาชาตินั้นก็ดีกว่าในนักฟุตบอลระดับยอดเยี่ยมระดับปานกลาง (1059 ±35 กับ 771±26m ,

P<0.05) และระยะทางที่กองหลังตัวกลาง กองหลังริมเส้นและกองกลาง (Central defenders ,fullbacks และ Midfielders) ทำได้ก็ดีกว่าผู้รักษาประตูและกองหน้า (Attackers)

สรุปงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีความเชื่อมั่น (Reproducible) และสามารถนำไปใช้เพื่อประเมิน ความสามารถของนักกีฬาในการออกกำลังแบบอินเตอร์มิตเตนท์ (Intermittent) ที่มีความหนักและมีการใช้พลังงานจากทั้งแอโรบิค (Aerobic) และแอนแอโรบิค (Anaerobic) หมุนเวียนกันไปในอัตราสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ได้แสดงให้เห็นว่าเป็นเครื่องมือที่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างความสามารถในการออกกำลังแบบอินเตอร์มิตเตนท์ ของนักฟุตบอลในช่วงฤดูกาลต่างๆ และที่ระดับการแข่งขันที่แตกต่างกัน รวมทั้งตำแหน่งการเล่นของผู้เล่นด้วย (Playing position)

บังสโบว์ , ลาเอีย และ ครูสทรัป (Bangsbo J, Iaia FM and Krustrup P., 2008) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ทั้งสองระดับ (The Yo-Yo intermittent recovery test : IR) เพื่อประเมินผลสมรรถภาพทางกาย (Physical performance) ในนักกีฬาประเภทอินเตอร์มิตเตนท์โดยชี้ให้เห็นว่าแบบทดสอบโยโย่ทั้งสองระดับ เป็นการประเมินผลความสามารถรายบุคคลในการออกกำลังที่มีความหนักซ้ำ โดยที่แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 1 (YO-YO IR1) จะเน้นไปที่ศักยภาพของบุคคลที่จะสามารถทำการออกกำลังอย่างหนักได้อย่างต่อเนื่อง ที่นำไปสู่การกระตุ้นอย่างเต็มที่ต่อระบบแอโรบิค ในขณะที่แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) จะพิจารณาความสามารถรายบุคคลในการฟื้นคืนสภาพ จากการออกำลังซ้ำๆด้วยการสนับสนุนจากระบบแอนแอโรบิค

การประเมินผลกับนักกีฬาที่มีฝีมือระดับยอดเยี่ยม (Elite athletes) ในหลายชนิดกีฬาที่มีลักษณะเป็นอินเตอร์มิตเตนท์ แสดงให้เห็นว่า นักกีฬาที่มีระดับการแข่งขันที่สูงกว่าจะทำคะแนนจากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ได้ดีกว่าระยะทาง (Performance) ในนักกีฬาวัยหนุ่มจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ยังได้แสดงให้เห็นว่า เป็นการวัดที่ถูกต้องมากกว่า (Sensitive measure) ของการเปลี่ยนแปลงของค่า VO_2max ยังช่วยให้มีวิธีการที่ง่ายและมีความตรง (Valid) เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่สำคัญของ

ความสามารถรายบุคคล ในการทำการออกกำลังซ้ำๆ และ เพื่อตรวจสอบถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถของนักกีฬา

เคนทาโร , โยชิฮิโร และ โทโมมิ (Kentaro Chuman, Yoshihiro Hoshikava and Tomomi Iida, 2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของวุฒิภาวะที่มีต่อแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ในผู้เล่นฟุตบอลวัยรุ่น โดยศึกษากับนักฟุตบอลวัยรุ่นญี่ปุ่น จำนวน 26 คนอายุเฉลี่ย 12.7±0.2 ปี แบ่งออกเป็น 2กลุ่ม กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยใช้การจำแนกวุฒิภาวะตามช่วงเวลาของเจริญเติบโตเต็มที่ (Peak height velocity curve) เป็นเกณฑ์ในการแบ่งทำการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max), ระดับกันความล้า (Onset of blood lactate accumulation : OBLA) , การประหยัดพลังงานหรือพลังงานที่ใช้สำหรับความเร็วที่กำหนดของการวิ่ง (Running economy : RE) , มวลไขมัน (Fat free mass : FFM) , พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อหน้าขา (MCSA) โดยใช้วิธีตรวจเอ็กซ์เรย์ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic resonance imaging : MRI) และวัดระยะทางจากการกระโดด 5 ครั้ง (5Jump : 5J) เพื่อกำกับติดตาม (Monitoring) พัฒนาการของระบบแอโรบิคและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและหาความสัมพันธ์กับผลการทดสอบจากแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) พบว่าผลการทดสอบจาก แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ของกลุ่มต่ำและกลุ่มสูงมีค่า 255.0±48.2 และ 336.0±71.1 เมตร ตามลำดับและมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ 5J (5Jump : 5J) และสัมพันธ์กับมวลไขมัน (FFM) และพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อหน้า (MCSA) ไม่ว่าจะเป็นค่าความสูงสัมพัทธ์หรือค่าสัมบูรณ์ ในทางตรงข้ามกลับพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว , ระดับกั้นความล้า (OBLA) และ การประหยัดพลังงาน (RE) ผู้วิจัยเสนอแนะแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) อาจจะไม่ใช่ตัวบ่งชี้ที่ดีของของพัฒนาการด้านระบบแอโรบิคของนักฟุตบอลวัยรุ่น ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า กลุ่มวุฒิภาวะ (Maturity category) มีผลกระทบต่อผลการทดสอบของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ในนักฟุตบอลวัยรุ่นเนื่องมาจากประเภทของรูปร่าง (Physique) และพัฒนาการของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

เคนทาโร , โยชิฮิโร, โทโมมิ และ ทากาฮิโกะ (Kentaro Chuman, Yoshihiro Hoshikava, Tomomi Iida and Takahiko Nishijima, 2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระยะยาวที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และขนาดของกล้ามเนื้อขาและการทำหน้าที่ (Size and function) ในนักฟุตบอลวัยรุ่นญี่ปุ่น ทำการศึกษากับนักฟุตบอล 44 คน อายุเฉลี่ย 12.8±0.2 ปี ที่แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มตามวุฒิภาวะ หลัง (Late), กลาง (Average) และ ก่อน (Early) ตามอายุของการเจริญเติบโตเต็มที่ (Peak height velocity age) ทำการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2), กระโดด 5 ครั้ง (5J) , ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) และปริมาณของกล้ามเนื้อหน้าขา 2 ครั้งห่างกัน 6 เดือน ผลการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) สำหรับกลุ่ม หลัง (Late), กลาง (Average) และ ก่อน (Early) มีค่าเป็น 311±61, 371±88 และ 411±72 เมตร จากการวัดในครั้งแรก และมีค่าเป็น 389±83, 509±11 และ 621±69 เมตร จากการวัดหลังที่ห่างกัน 6 เดือนต่อมา ทำการวิเคราะห์โดย ใช้ ANOVA แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าผลของความสามารถจากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เพิ่มขึ้นในกลุ่มก่อน (Early)(51.3%) มากกว่าในกลุ่มหลัง (Late)(24.8%) สำหรับค่าปริมาณของกล้ามเนื้อหน้าขาและกระโดด 5 ครั้ง (5J) ก็เพิ่มขึ้นมากกว่าในกลุ่มก่อน (Early) และมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าจากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) อย่างมีนัยสำคัญด้วย ($r=0.52$, $p<0.05$;$r=0.39$, $p<0.05$) ในทางกลับกันกลับพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ ($r=-0.02$) ระหว่างค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่เพิ่มขึ้นกับผลของความสามารถจากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) การค้นพบดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่า ผลของความสามารถจากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีผลกระทบจากวุฒิภาวะเป็นส่วนใหญ่ ผู้เล่นที่มีวุฒิภาวะก่อน จะได้ประโยชน์จากพัฒนาการของกล้ามเนื้อขา

ซิลวา, นาตาลี และ ลิมา (Silva CD , Natali AJ and Lima JRP, 2011) ทำการศึกษาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ความเชื่อมั่น (Reliability) และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum

heart rate : MHR) ในผู้เล่นฟุตบอลระดับเยาวชน โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อ 1. ประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) และแบบทดสอบมากาเรีย (Margaria test : MT) กับค่าของการออกกำลังที่มีความหนักสูง ที่ทำได้ระหว่างการแข่งขันที่จัดขึ้นเป็นทางการ (Official match) 2. เพื่อศึกษาค่าความเชื่อมั่น (Test-retest) ของทั้งสองแบบทดสอบและ 3. เพื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) จากทั้งสองแบบทดสอบและจาก (Match play) ในเกมการแข่งขัน ศึกษาในนักฟุตบอล 18 คนจากทีมเดียวกัน (อายุ 14±.8 ปี) ส่วนสูง 172±9 ซม. น้ำหนัก 64.3±8.5 กก.) หาค่าความเชื่อมั่น (Test-retest) กับทั้งสองแบบทดสอบและเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ใช้มากกว่า 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด(PRT>85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (85%MHR) ในการแข่งขันที่เป็นทางการของการแข่งขันแชมป์เปียนชิพรุ่นอายุ 15 ปี (U-15 Championship)

พบว่ามีค่าความสัมพันธ์กันสูงระหว่างระยะทางจากการทำแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) และ PRT>85% ของอัตราของหัวใจสูงสุด (85%MHR) ($r=0.71$, $p<0.05$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางของ MT (Margaria test) และ PRT>85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (85%MHR) ($r=0.44$, $p=0.06$), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีค่าความแปรเปลี่ยน (Variable) มากกว่าและมีค่าความสามารถในการวัดซ้ำน้อยกว่า MT ค่า MHR สูงสุดที่เกิดขึ้นในเกมการเล่นคือ 202±8 ครั้งต่อนาที MHR ในการทดสอบด้วยแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เป็น 194±4 ครั้งต่อนาทีมีค่าน้อยกว่าการทดสอบ MT (Margaria test) (197±6)

คณะผู้วิจัยสรุปว่าสามารถพิจารณาได้ว่าแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีค่าความตรงมากกว่าในการทำนายและการคงไว้ซึงการออกกำลังที่มีความหนักสูงระหว่างเกม ซึ่งเป็นมาตรวัดความสามารถที่สำคัญในการเล่นฟุตบอล อย่างไรก็ตามยังจำเป็นต้องเข้มงวดกับมาตรฐานของวิธีการในการประเมิน เพื่อความคงเส้นคงวาของการวัด และควรจะได้ทำการวัด MHR ในหลายสถานการณ์ที่สำคัญหลักในการแข่งขัน เพื่อว่าจะเป็นค่าสูงสุดในแต่ละบุคคลจริงๆ

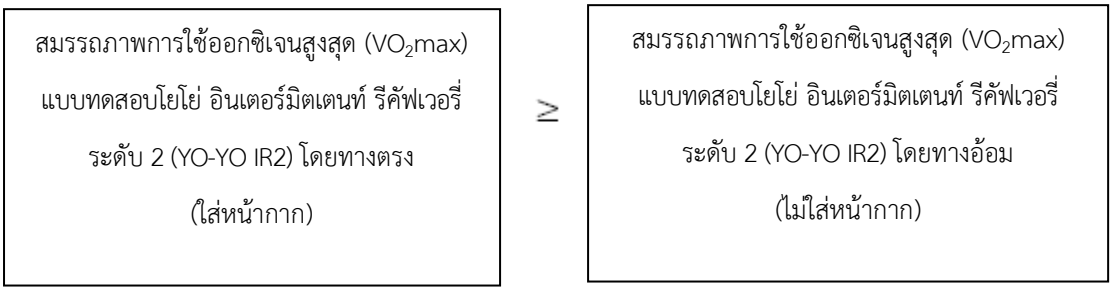
จอร์เจน และ คณะ (Jorgen Ingebrigtsen, et al., 2012) ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบ YO-YO IR2 ทดสอบนักกีฬาฟุตบอลทั้งระดับยอดเยี่ยม (Elite) และรองยอดเยี่ยม (Sub-elite) และได้สรุปว่าแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีอำนาจจำแนกสูง

(High discriminant) และมีความตรงตามสภาพสูง (Concurrent validity) โดยมันสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้เล่นที่เข้าทำการแข่งขันในระดับแตกต่างกัน (Within and Between league competitive level) และมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบอินเตอร์มิตเตนท์อื่นๆที่ใช้กันอยู่เป็นประจำในนักฟุตบอลระดับยอดเยี่ยม

ฮองยู หลุย และ คณะ (Hongyou Liu, et al., 2013) ได้ทำการศึกษาโดยวิเคราะห์เวลาในการเคลื่อนที่ (Time-motion analysis) ในนักฮอกกี้สนามชายของประเทศจีน โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินผลการเล่นของแมชแข่งขัง (Match Work-rate) ด้วยการวิเคราะห์ระยะทางที่ทำได้ที่ระดับความหนักต่างๆ รวมกลุ่มเฉพาะตำแหน่งการเล่นในระหว่างช่วงเวลาต่างๆของการเล่น ผู้เล่น 38 คน จาก 24 แมช ของการแข่งขันฮอกกี้ทีมชายครั้งที่ 11 ของกีฬาแห่งชาติจีน ด้วยการวิเคราะห์จากภาพที่ถ่ายไว้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้เล่นสามารถทำระยะทางไปได้เฉลี่ย 7334±877 เมตร คิดเป็น 91.7%ของระยะทางนี้ที่ทำในระดับความหนักต่ำถึงปานกลาง สำหรับระยะทางที่ทำได้โดยรวมในครึ่งเวลาแรก (3693±441 เมตร) มากกว่าระยะทางที่ทำได้ในครึ่งเวลาหลัง (3640±437 เมตร) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ระยะทางที่ทำได้ในทุก ช่วงความเร็ว (Speed zone)(ยกเว้นการเดิน) ล้วนลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงครึ่งเวลาหลัง ระยะทางที่ทำได้โดยรวมของกองหน้า(Forwards) (7709±720เมตร) และ กองกลาง (Midfielders) (7733±729 เมตร) ซึ่งมากกว่าผู้เล่นกองหลัง (Defenders) (6671±745 เมตร) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของการแข่งขัน (Match period) และ ตำแหน่งของผู้เล่น (Playing position) แสดงให้เห็นว่าค่าของการวิ่งสปริ้นท์ (Sprinting) ระหว่างในครึ่งเวลาแรกก็สูงกว่าในครึ่งเวลาหลังของผู้เล่น กองหน้า (Forwards) ($p<0.01$) และความเร็วในการวิ่งระดับปานกลางของกองหลัง ($p<0.001$) ผลดังกล่าวนี้สามารถใช้เพื่อให้คำแนะนำในการประเมินความสามารถของผู้เล่นและการจัดทำแผนการฝึก

โค้ชและเทรนเนอร์ สามารถนำแบบทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) นี้ไปใช้ ด้วยมันสะท้อนถึงลักษณะเกมของฮอกกี้ที่เป็นอินเตอร์มิตเตนท์และปฏิสัมพันธ์ของระบบพลังงานทั้งแอโรบิคและแอนแอโรบิค

กรอบแนวคิดการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากร และ กลุ่มตัวอย่าง
2. ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักฮอกกี้เพศหญิง ที่เข้าแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัย ครั้งที่ 43 ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

กลุ่มตัวอย่าง

มีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 16 คน เป็นนักฮอกกี้เพศหญิงทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 16 คน อายุระหว่าง 18-24 ปี แต่ภายหลังการทดสอบพบว่า มี 2 คนไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า จึงทำให้เหลือกลุ่มตัวอย่าง 14 คน

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานที่ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ สนามคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา และ ศูนย์ทดสอบ วิจัยวัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาโปรแกรมวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) จากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. นำแบบทดสอบดังกล่าว ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาคผนวก ถ)

3. ผู้วิจัยทำการชี้แจงวิธีการทดสอบแก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอย่างละเอียดก่อนทำการทดสอบ

4. ผู้วิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) โดยใช้วิธีการบรูซ (Bruce Protocol) ในสัปดาห์ที่ 1 ของการทดลองโดยผู้วิจัยแบ่งการทดสอบออกเป็นสองวันเนื่องจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการนั้นใช้เวลานาน จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่มีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มากกว่า 41.8 มล./กก./นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) เป็นค่ามาตรฐานปานกลาง (ภาคผนวก ก) ตามเกณฑ์คัดเข้าเพื่อทำการทดลองในสัปดาห์ต่อไป ผลการทดสอบปรากฏว่ามีผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่ผ่านเกณฑ์ คือค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ต่ำกว่าที่กำหนด 1 คน และบาดเจ็บจากการแข่งขัน 1 คน จึงทำให้เหลือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทั้งหมด 14 คน จากนั้นผู้วิจัยแบ่งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม จำนวนเท่าๆกัน กลุ่มละ 7 คนโดยวิธีจับฉลากเข้ากลุ่ม กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างที่จับได้เลขคี่ เป็นกลุ่ม 1 และเลขคู่เป็นกลุ่ม 2 ไปทำการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ครั้งที่ 1 และ 2 ต่อไป

2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทั้งกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทำการทดสอบโดยวิธีการแบบตัดข้าม (Crossover design) ใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 5 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบในสัปดาห์ที่ 1 3 และ 5 และพักในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตารางกำหนดการทดสอบ

สัปดาห์	สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5
วัน	เสาร์	อาทิตย์	เว้นระยะห่าง 7 วัน	เสาร์	เว้นระยะห่าง 7 วัน	เสาร์
สถานที่	ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางกีฬา	ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางกีฬา		สนามคณะวิทยาสตร์ การกีฬา		สนามคณะวิทยาสตร์ การกีฬา
วิธีการทดสอบ	Bruce protocol	Bruce protocol		YO-YO IR2 ครั้งที่ 1		YO-YO IR2 ครั้งที่ 2
กลุ่มที่ 1	ทดสอบ	ไม่มีการทดสอบ	พัก	YO-YO IR2 ทางตรง ใส่หน้ากาก	พัก	YO-YO IR2 ทางอ้อม ไม่ใส่หน้ากาก
กลุ่มที่ 2	ไม่มีการทดสอบ	ทดสอบ		YO-YO IR2 ทางอ้อม ไม่ใส่หน้ากาก		YO-YO IR2 ทางตรง ใส่หน้ากาก

3. ในสัปดาห์ที่ 3 และ 5 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย จะได้รับการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยผู้วิจัยจะใช้โปรแกรมทีมบีฟเทส ซอฟแวร์ เวอร์ชัน 4 (Team-Beep-Test Software Version 4.0) ในการให้สัญญาณเสียงและเป็นตัวกำหนดระดับความหนักของแต่ละระดับ (Stage) ของผู้มีส่วนร่วมวิจัยในการวิ่ง

การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)(ภาคผนวก ค) มีวัตถุประสงค์ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยต้องทำระยะทางให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเริ่มต้นจากจุด A และออกวิ่งไปยังจุด B เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ เมื่อถึงจุด B จะออกวิ่งไปยังจุด A เมื่อได้รับเสียงสัญญาณ เมื่อมาถึงจุด A แล้วผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยสามารถพักได้ แต่กำหนดให้พักอยู่ในบริเวณพื้นที่ระหว่างจุด A และ จุด C (Recovery zone) เป็นเวลา 10 วินาที และเริ่มกลับไปที่กระบวนการเริ่มต้นคือเริ่มวิ่งจากจุด A ไปยังจุด B และวิ่งกลับจากจุด B มายังจุด A แต่ในรอบต่อ ๆ ไป สัญญาณเสียงจะเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าผู้มีส่วนร่วมการวิจัยยังวิ่งไม่ถึงจุด A หรือจุด B แต่ได้ยินเสียงสัญญาณแล้ว ผู้วิจัยจะบันทึกค่าระยะทางที่มากที่สุดของการวิ่งที่ผู้มีส่วนร่วมวิจัยทำได้ เช่นถ้าผู้วิจัยกำลังวิ่งอยู่ในระดับ (Stage) 5 (ระยะทาง 80-100) แต่มีเสียงสัญญาณดังขึ้น ขณะที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยยังวิ่งไม่ถึง ผู้วิจัยจะบันทึกว่าผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอยู่ในระดับ (Stage) 4 (ระยะทาง 80 เมตร) เนื่องจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำได้ดีที่สุดคือระดับ (Stage) 4 เพราะยังวิ่งไม่ถึงระดับ (Stage) 5 คือระยะทาง 100 เมตร

การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง ผู้วิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยสวมหน้ากากโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อ Cortex รุ่น Metamax 3B : Breath by breath จากประเทศเยอรมนี

และนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อ Polar รุ่น FT7 จากประเทศฟินแลนด์ (ดังภาคผนวก ฎ) โดยจะให้วิ่งตามแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยเครื่องวัดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สจะทำการวัดค่าที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้วิ่งตามแบบทดสอบออกมาเป็นค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม ผู้วิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยวิ่งตามแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยใส่นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar) ผู้วิจัยจะบันทึกระยะทางทั้งหมดที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำได้ และนำค่าที่ได้มาเข้าสมการการประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของบังสโบว์ (Bangsbo et al, 2008)

สมการการประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) :

YO-YO IR2 test : VO_2max (mL/min/kg) = IR2 distance (m) × 0.0136 + 45.3 (สมการที่ 1)

ทั้งนี้การที่ผู้วิจัยให้สวมนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อให้ผู้วิจัยมั่นใจว่าผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบเต็มที่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบภาคสนาม YO-YO IR2 (Team-Beep-Test Software Version4.0
2. ลำโพง
3. ลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmill Trackmaster, USA)
4. นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar FT7)
5. เครื่องวัดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส (Portable cardiopulmonary gas exchange system)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลประชากร (อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย) วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

2. วิเคราะห์ค่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) จากผลการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง กับแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม โดยใช้ค่าสถิติเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) โดยมีเกณฑ์ดังนี้ (Hinkle D. E., 1998, p.118)

ค่า r ระดับของความสัมพันธ์

.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
.70 - .90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
.50 - .70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
.30 - .50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
.00 - .30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรนักฮอกกี้หญิงจำนวน 14 คน ซึ่งมีผลการวิจัยได้เสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่าง การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)โดยทางตรง, แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce Protocol) โดยใช้ค่าสถิติเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce Protocol) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของกลุ่มตัวอย่างโดยรวมจำแนกตามอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย (BMI)

คนที่	อายุ(ปี/เดือน)	น้ำหนัก(กก.)	ส่วนสูง(ซม.)	ดัชนีมวลกาย(กก./ม^2)
1	24.00	52.00	157.00	21.10
2	23.08	65.00	163.00	24.46
3	18.02	65.00	165.00	23.88
4	19.01	51.00	155.00	21.23
5	20.04	50.00	160.00	19.53
6	22.03	54.00	163.00	20.32
7	21.09	52.00	152.00	22.51
8	25.10	56.00	162.00	21.34
9	24.05	56.00	159.00	22.15
10	24.06	47.00	156.00	19.31
11	23.09	60.00	165.00	22.04
12	21.09	52.00	158.00	20.83
13	20.02	46.00	150.00	20.44
14	25.01	54.00	158.00	21.63
($\bar{X}$)	**22.12**	**54.28**	**158.78**	**21.48**
S.D	**2.28**	**5.78**	**4.59**	**1.47**

จากตารางที่ 4 พบว่าประชากรโดยรวมมีอายุเฉลี่ย 22.12 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 54.28 กก. ส่วนสูงเฉลี่ย 158.78 ซม. และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 21.48 โดยมีอายุสูงสุด 25 ปี 10 เดือน และต่ำสุด 18 ปี 2 เดือน น้ำหนักตัวสูงสุด 65 กก.และต่ำสุด 46 กก.ส่วนสูงมากที่สุดคือ 165 ซม. น้อยที่สุด 150 ซม. และค่า BMI สูงสุด 24.45 และต่ำสุด 19.31

ตารางที่ 5 แสดงแสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (มล/กก./นาที) จำแนกตามแบบทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง

คนที่	**ค่า VO_2max ของ BRUCE TEST**	**ค่า VO_2max ของ YO-YO IR2 ทางอ้อม**	**ค่า VO_2max ของ YO-YO IR2 ทางตรง**
1	44.30	48.56	51.00
2	42.70	51.28	47.00
3	45.20	48.02	50.00
4	44.50	49.92	46.00
5	43.60	49.11	48.00
6	46.70	51.28	51.00
7	48.30	52.37	53.00
8	42.35	47.75	46.00
9	43.40	47.48	49.00
10	42.70	48.02	47.00
11	46.20	51.01	52.00
12	43.60	49.11	50.00
13	46.90	50.20	54.00
14	42.10	47.48	48.00
($\bar{x}$)	**44.47**	**49.40**	**49.43**
S.D	**1.92**	**1.62**	**2.56**

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (มล/กก./นาที) โดยเฉลี่ยของแบบทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) เท่ากับ 44.47 แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม เท่ากับ 49.40 และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง เท่ากับ 49.43 สำหรับแบบทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) ค่าที่มากที่สุดคือ 48.30 และน้อยที่สุดคือ 42.10 ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมค่าที่มากที่สุดคือ 52.37 และน้อยที่สุดคือ 47.48

ในส่วนของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง (ใส่หน้ากาก) ค่าที่มากที่สุดคือ 54.00 และน้อยที่สุดคือ 46.00

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce Protocol)

ในการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อม ผู้วิจัยได้ทำการหาความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) และความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) เพื่อเป็นการทดสอบความเที่ยงของวิธีการทดสอบทั้งสอง ก่อนที่จะทำการหาความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อม ดังแสดงในตารางที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่านัยสำคัญทางสถิติ (p) ระหว่างค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของการทดสอบด้วยแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) การทดสอบ YO-YO IR2 โดยทางอ้อม และ ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) การทดสอบโดยวิธีการบรูซ(Bruce protocol)

Correlation			
	Bruce	ทางตรง	ทางอ้อม
Bruce	1	.831**	.720**
ทางตรง	.831**	1	.476
ทางอ้อม	.720**	.476	1

$p<0.01$

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) และความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) มีค่าเท่ากับ 0.831 และ 0.720 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าค่าความสัมพันธ์ทั้งสองค่าอยู่ในระดับสูง แต่ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อม มีค่าเท่ากับ 0.476 ซึ่งถือว่าค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานของค่าความสัมพันธ์ทั้ง 3 ค่า พบว่า การทดสอบสมมติฐานของค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) และการ

ทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) ผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) มีความสัมพันธ์กัน และ ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) มีความสัมพันธ์กัน

ในขณะที่การทดสอบสมมติฐานของค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อม ผลการทดสอบพบว่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .05 แสดงว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อมไม่สัมพันธ์กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างแบบทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce protocol) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA)

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่าง จำแนกตามค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P (sig)
ระหว่างกลุ่ม	2	228.66	114.33	26.55	.000***
ภายในกลุ่ม	39	167.95	4.306		
รวม	41	396.61			

P<0.001

จากตารางที่ 7 พบว่าผลจากการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบทั้ง 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 จึงทำการทดสอบเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของวีธีของเชฟเฟ (Sheffe's Method) ดังตารางที่ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง, โดยทางอ้อม และ วิธีการบรูซ (Bruce Protocol)

แบบทดสอบ	ค่าเฉลี่ย VO_2max	YO-YO IR2 โดยทางตรง	YO-YO IR2 โดยทางอ้อม	Bruce
	$(\bar{x})$	P	P	P
YO-YO IR2 โดยทางตรง	49.42	-	0.99	0.000***
YO-YO IR2 โดยทางอ้อม	49.40	0.99	-	0.000***
Bruce	44.46	0.000***	.000***	-

P<0.001

จากตารางที่ 8 เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ตามวิธีของเชฟเฟ (Sheffe's Method) พบว่าค่าเฉลี่ยของวิธีการบรูซ (Bruce protocol) กับค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง และค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ส่วนค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง กับค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมพบว่าไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฮอกกี้ทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิงที่เข้าแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัย ครั้งที่ 43 จำนวน 16 คน แต่เนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยทำได้ไม่ถึงเกณฑ์การคัดเข้า 1 คน และบาดเจ็บ 1 คน ทำให้เหลือผู้เข้าร่วมในการวิจัย 14 คน กำหนดเกณฑ์คัดเข้าคือมี อายุระหว่าง 18-24 ปี มีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มากกว่า 41.8 มล./กก./นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) และไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกาย และไม่มีโรคประจำตัว ผู้เข้าร่วมวิจัยรับการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง เว้นระยะห่างกัน 7 วัน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายและวิธีการสับเปลี่ยนหมุนเวียนระหว่างกลุ่ม (Counter balanced) การทดสอบประกอบด้วยครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2 และ 3 เป็นการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อม เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลประชากร (อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย) โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสถิติเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยการทดสอบวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูง ($r=.831$, $P<.01$) และค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol อยู่ในระดับสูง ($r=.720$, $P<.01$) แสดงว่าการทดสอบแบบทดสอบ

โยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) สามารถใช้ประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฮอกกี้หญิงระดับมหาวิทยาลัยได้

2. ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อมอยู่ในระดับต่ำ (r=.476, P>.05)

3. ค่าเฉลี่ยของวิธีการบรูซ (Bruce protocol) กับค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง และ ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมพบว่าไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบภาคสนาม YO-YO IR2 โดยทางตรงและโดยทางอ้อมกับการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) เป็นงานวิจัยใหม่ซึ่งยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทยมาก่อน โดยเฉพาะในการทดสอบในนักกีฬาฮอกกี้ เพื่อให้โค้ชและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาสามารถนำแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ไปใช้ในการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ผู้วิจัยขอนำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูง

การทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) เป็นแบบทดสอบห้องปฏิบัติการ ถือเป็นเครื่องมือที่มีความตรงและเป็นเครื่องมือที่มีมาตรฐานที่ยอมรับกันว่าให้ผลที่ถูกต้องมากที่สุดในการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิค (Maud P and Foster C, 2006 อ้างใน นิรอมลี มะกาเจ, 2558)

การทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) จึงมักถูกนำไปใช้เป็นเกณฑ์เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับคะแนนจากการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิคที่สร้างขึ้นใหม่ ในการวิจัยนี้เป็นการหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่วัดได้จากเครื่องวิเคราะห์แก๊สในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เทียบกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่วัดจากวิธีการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) จากการหาค่าความสัมพันธ์พบว่าค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=.831$, $P<.01$) จากผลการทดสอบแสดงว่าการประเมินค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ด้วยวิธีการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เป็นกระบวนการที่สามารถประเมินค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในนักกีฬาได้สอดคล้องกับการประเมินค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) จากผลการวิจัยพบว่าค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) มีค่าสูงกว่าค่าความสัมพันธ์ที่รายงานในงานวิจัยต่าง ๆ เช่นในงานวิจัยของครูสทรัป และ คณะ (Krustrup, et al., 2003) มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.56 ในงานวิจัยของโทมัส และ คณะ (Thomas, et al., 2006) มีค่าเท่ากับ 0.40 ในนักกีฬาฮอกกี้และ 0.43 ในนักกีฬาคริกเกต ในงานวิจัยของแรมพินิ และคณะ (Rampinini, et al. (2010) มีค่าเท่ากับ 0.47 ทั้งนี้ในงานวิจัยที่กล่าวถึงข้างต้นใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายและมักทดสอบในการนักกีฬาฟุตบอล ผลการวิจัยครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นว่าการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) น่าจะมีความเหมาะสมกับนักกีฬาหญิงมากกว่า

2. ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูง

การประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) แบบทางอ้อมในการวิจัยครั้งนี้ หาได้จากการ

แทนค่าระยะทางที่กลุ่มตัวอย่างทำได้ในการทดสอบลงในสมการที่ 1 (ภาคผนวก ค) จากผลการวิจัยพบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) แบบทางอ้อม มีความสัมพันธ์กับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูง (r=.720, P<.01) ผลการวิจัยพบว่าค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่าสูงกว่างานวิจัยที่ได้อ้างถึงในการทบทวนวรรณกรรม เช่นในงานวิจัยของครูสทรัป และ คณะ (Krustrup, et al., 2003), โทมัส และ คณะ (Thomas, et al., 2006) และ แรมพินิ และ คณะ (Rampinini, et al., 2010) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น แต่ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) อยู่ในระดับสูงซึ่งสอดคล้องกับค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) แสดงให้เห็นว่าการประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ด้วยสมการที่เสนอโดยบังสโบว์ (Bangsbo, et al., 2008) (ภาคผนวก ค) จากการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) สามารถใช้ในการประเมินค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ได้ เนื่องจากในงานวิจัยของบังสโบว์ (Bangsbo, et al., 2008) นั้นได้สร้างสมการจากการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression analysis) จากค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) ในนักกีฬาฟุตบอลชั้นยอด

3. ค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อมอยู่ในระดับต่ำ

จากผลการวิจัยพบว่า ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อมอยู่ในระดับต่ำ ถึงแม้ว่าค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

(VO_2max) ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อมเมื่อเทียบกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol) จะอยู่ในระดับสูงก็ตาม เนื่องจากในการทบทวนวรรณกรรมของผู้วิจัย ผู้วิจัยไม่สามารถค้นพบงานวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบหรือหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและโดยทางอ้อม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการทำวิจัย นักวิจัยหลายคนสนใจที่จะประมาณค่าเมื่อเทียบกับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol)

ค่าความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง กับค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อม มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ สามารถอภิปรายผลได้ดังประเด็นต่อไปนี้

3.1) ประเด็นของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากในการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ด้วยวิธีทางตรงโดยการสวมหน้ากากอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่คุ้นเคยทำให้ไม่สามารถเร่งความเร็วตามระดับความเร็วในการทดสอบ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง เช่นการพักผ่อน เป็นต้น รวมไปถึงการออกตัวของกลุ่มตัวอย่างซึ่งอาจจะออกไม่ตรงเสียงสัญญาณในทันที ทำให้ไม่สามารถวิ่งได้ทันกับสัญญาณรอบต่อไปได้ ทั้งนี้ในการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ผู้วิจัยจะต้องเข้มงวดกับกลุ่มตัวอย่างและมาตรฐานวิธีการประเมินเพื่อให้ได้ค่าความเที่ยงที่สูงที่สุด (Metaxas, et al., 2005, Silva et al., 2011)

3.2) ประเด็นของวิธีการทดสอบ เนื่องจากในกระบวนการทดสอบ วิธีการหาค่าระยะทางจะหาจากรอบในการวิ่งที่ทำได้ของกลุ่มตัวอย่างซึ่งอาจจะไม่ใช่ระยะทางที่แท้จริงที่ทำได้จริงทำให้การประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ไม่สอดคล้องกับการประเมินโดยทางตรงว่าในกระบวนการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

3.3) เนื่องจากว่าในการทดสอบช่วงแรกๆ อาจเป็นไปได้ว่าผู้วิจัยยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการทดสอบมากพอ จึงเป็นผลให้ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของกลุ่มตัวอย่างผิดพลาด ซึ่งเห็นได้จาก (ภาคผนวก ฉ) หากผู้วิจัยตัดข้อมูล ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของกลุ่มตัวอย่างคนที่ 1 และคนที่ 2 ออกไป และทำการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ใหม่ จะพบว่าความสัมพันธ์ของการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อมจะมีค่าเท่ากับ r=.661,P<.05 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

4. ผลการวิจัยที่พบว่าค่าเฉลี่ยของวิธีการบรูซ (Bruce protocol) กับค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและค่าเฉลี่ยของแถบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมพบว่าไม่แตกต่างกัน

4.1) ประเด็นแรกการที่พบว่าค่าเฉลี่ยของวิธีการบรูซ (Bruce protocol) กับค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการทดสอบค่า (VO_2max) ของการทดสอบทั้ง 2 แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าการทดสอบทั้ง 2 จะมีจุดมุ่งหมายในการวัดค่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เหมือนกันก็ตาม การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol) เป็นการทดสอบแบบต่อเนื่อง (Continuous) แต่การทดสอบแบบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) มีการพัก (Intermittent) เพราะฉะนั้นจึงทำให้ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) สูงกว่า

4.2) สำหรับประเด็นที่พบว่าค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางอ้อมพบว่าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแท้จริงแล้ว การทดสอบทั้งสองเป็นการวัดซ้ำคือทำเช่นเดิมเหมือนกันทั้งสองครั้ง (ต่างกันเล็กน้อยที่การวัดแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์

มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงได้เพิ่มการสวมหน้ากาก) และผู้วิจัยก็เชื่อมั่นว่าได้ดำเนินการทดสอบตามวิธีวิจัยโดยเคร่งครัดและผลการวิจัยก็สอดคล้องกับครูสทรัป (Krustrup, et al., 2006) ที่ศึกษาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ที่ไม่พบความแตกต่างจากการทดสอบทั้งสองครั้งที่ห่างออกไปไม่เกิดสัปดาห์เช่นเดียวกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของโทมัส (Thomas A. et al., 2006) ที่พบเช่นเดียวกันว่าการทดสอบ 2 ครั้งห่างกัน 6 วันก็ไม่แตกต่างกัน และมีงานวิจัยของเสถียรพงษ์ บัวพฤทธิ์และคณะ (2557) ที่ศึกษาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) เท่าที่ทำๆกันมาล้วนยืนยันว่ามีความเชื่อมั่นสูง

ข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบด้วยแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) นี้ ผู้ทดสอบต้องศึกษาให้เข้าใจขั้นตอนและวิธีการทดสอบ พื้นฐานสมรรถภาพทางกายของผู้เข้ารับการทดสอบได้แก่ อายุ เพศ หรือข้อจำกัดของโรคบางชนิด เช่นโรคหัวใจเป็นต้น เนื่องจากเป็นแบบวัดที่ออกแรงหนักมาก (อัตราชีพจรสูงกว่า 180 ครั้งต่อนาที)

2. ค่าที่ได้อาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง หากผู้ทดสอบขาดความชำนาญและประสบการณ์ทั้งการเคยชินกับวิธีการทดสอบและเอาใจใส่กับรายละเอียดต่างๆ

3. สามารถใช้แบบวัดนี้บอกถึงอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและค่า VO_2max ในนักกีฬาแต่ละคน เพื่อประเมินผลนักกีฬา ก่อนการฝึก หลังการฝึก ต้นฤดูกาล หรือช่วงการแข่งขัน หรือใช้ในคัดเลือกเพื่อจัดตัวผู้เล่นตัวจริงสำหรับการแข่งขันในวันนั้นๆ

4. ควรวัดตัวแปรทางสรีรวิทยาอื่นๆเช่น ออกซิเจนเดป (O_2 debt), วัดกรดแลคติก (Lactate acid) เป็นต้น รวมทั้งสมรรถภาพ อย่างเช่น ความเร็ว (Speed), ความคล่องแคล่ว (Agility) หรือความแข็งแรง (Strength) เพื่อดูผลกระทบที่อาจมีต่อแบบวัดนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ไปทดทดสอบกับกีฬาชนิดอื่น ๆ ที่เป็นอินเตอร์มิตเตนท์สปอร์ตกับนักกีฬาชายหรือหญิงที่เข้าร่วมการแข่งขันในระดับต่างๆเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

2.นำแบบวัดนี้ไปเปรียบเทียบกับวิธีวัดอื่น ๆ ที่วัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเช่นกัน เพื่อดูความแตกต่างของค่าวัด และดูว่าแบบวัดใดจะให้ผลการวัดมีความถูกต้องมากที่สุดและมีความเหมาะสมที่สุดกับกลุ่มประชากรนั้น ๆ

3. สร้างสมการคำนวณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ให้เหมาะสมกับกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาของประเทศไทยโดยตรง เป็นไปได้ควรสร้างเกณฑ์มาตรฐานไว้เพื่อการเปรียบเทียบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรณ์ทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ และ วีรยุทธ แก้วศรี. (2555). **สมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาฟุตบอลชายที่ได้รับเครื่องดื่ม 11 ผสมคาร์โบไฮเดรตก่อนแบบจำลองการแข่งขัน**. วารสารวิชาการสถาบันการพลศึกษา, *4*(2), 11.

กลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2555). **การศึกษาสมรรถภาพทางกายนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนด้วยแบบทดสอบเฉพาะ.** กรุงเทพ : กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

การกีฬาแห่งประเทศไทย.(2543)**. เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย**. กรุงเทพฯ : นิวไตรมิตรการพิมพ์.

นรีรัตน์ บุตรบุญปั้น. (2555). **ระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาสถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตชลบุรี**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ.

นันทพล ทองนิลพันธ์ และ วิสูตร วรรคคี. (2551**). สมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงในนักกีฬาฟุตซอลไทย**. กรุงเทพ: ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา กก.

นิรอมลี มะกาเจ . (2558). **การตอบสนองทางสรีรวิทยา ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของการทดสอบภาคสนามที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการประเมินสมรรถภาพด้านแอโรบิคในนักกีฬาฟุตบอลสมัครเล่น**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, ปีที่ 15, ฉบับที่ 2, ธันวาคม 2015 - มิถุนายน 2016, หน้า 19-32.

ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล. (2553). **เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 514701 การออกแบบและจัดการเพื่อ สมรรถภาพทางกาย**. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รัตนวดี ณ นคร. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา **http://med.md.kku.ac.th/site_data/mykku_med/701000019/Health&Sports/Exercise_physiology.pdf.** (20 สิงหาคม 2558).

สายนที ปรารถนาผล. (2553). **เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การวัดความสามารถแบบไม่ใช้ออกซิเจน**. เชียงใหม่: ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุพัฒน์ สุกมลสันต์ .(1987). **นานาปัจจัยที่มีผลต่อความเที่ยงและความตรงของแบบทดสอบ** . วารสารวิธีวิทยาการวิจัย [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา www.portal.edu.chula.ac.th)(15 ธันวาคม 2558)

อรรถวุฒิ อิ่นคำปัน. (2555). **ผลระยะสั้นของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแอล-คาร์นิทีน ต่อการใช้พลังงานของนักกีฬา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาษาอังกฤษ

Alemdaroğlu, U. e. a. (2012). Evaluation of aerobic capacity in soccer players:Comparison of field and laboratory tests. *Biology of Sport, 29*, 157-161.

Aziz A.R., Tan F.Y.H., Teh K. C. (2005). **A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players**. Journal of Sports Sciences and Medicine, Jun ; 4(2): 105–112.

Bangsbo J, Iaia M, Krustrup P. (2008). **The Yo–Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports**. Sports Med, 38:37–51.

Bangsbo J. (1994). **Energy demands in competitive soccer**. Journal of Sports Sciences, Summer; 12 : 5-12.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Castagna C.et al. (2006). **Cardiorespiratory responses to Yo–Yo intermittent endurance test in non-elite youth soccer players**. Journal of Strength and Conditioning Research, 20:326–330.

Cohen, Jacob. (1988). **Statistics power analysis for the behavioral sciences**. 2 nd ed. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Cooper S.M. et al. (2005). **The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men**. British Journal of Sports Medicine, 39:19- 26.

Coutts, Aaron and Watford, Mark. (2015). **Monitering Fitness Changes**. Sports Coach, 27(3) [Online] Available : ausport.gov.au. (2015, September 4)

Holmes, L.A. (2011). **A time-motion analysis of elite women's hockey – implications for fitness assessment and training**. [Online]: Available: https://eprints.worc.ac.uk/1418/1/Lucy_Holmes_MPhil.pdf. (2015,July 13).

Krustrup P., and Bangsbo J. (2005). **Fatigue in soccer: A brief review**. Journal of Sports Sciences, 23(6): 593 – 599.

Krustrup, P. et al. (2003). **The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity**. Medicine & Science in sport &exercise, 35:697-705.

Krustrup, P. et al. (2006). **The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 38(9): 1666-1673.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Krustrup, P.et al. (2005). **Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status**. Medicine and Science in Sports and Exercise, 37(7) : 1242-1248.

Lemmink, K. A. P. M., & Visscher, S. H. (2006). **Role of energy systems in two intermittent field tests in women field hockey players**. Journal of Strength and Conditioning Research, 20(3): 682-688.

Leslie, Vikki. (2012). **Physiological and match performance characteristics of field hockey players**. [Online]: Available: https://dspace.lboro.ac.uk/2134/9822. (2015, June 20).

Martens,Rainer. (2004). **Successful coaching**. 4th ed. Champaign : Human Kinetic.

Morrow, J.R., Jackson , Allen W., Disch, James G., and Mood, Dale P.(2000). **Measurement and Evaluation in Human Performance -2nd Edition**. Champaign : Human Kinetics.

Rampinini E, (2010). **Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players**. European Journal of Applied Physiology , 108:401–409.

Ready, A.E., and Van der Merwe, M. (1986). **Physiological monitoring of the 1984 Canadian Women's Olympic field hockey team**. Australian Journal of Science and Medicine in Sport, 18: 13-18.

Reilly, T., & Borrie, A. (1992). **Physiology Applied to Field Hockey.** Sports Medicine, 14(1): 10-26.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Spencer,M et al. (2004). **Time-motion analysis of elite field hockey,with special reference to repeated –sprint activity.** Journal of Sport Sciences , 22:843-850.

Stone, N. M., & Kilding, A. E. (2009). **Aerobic conditioning for team sport athletes**. Sports Medicine, 39(8): 615-642.

Thomas A, Dawson B, Goodman C. (2006). **The Yo–Yo Test: reliability and association with a 20–m shuttle run and VO_2max**. International Journal of Sports Physiological Performance, 1:137–149.

Thompson WR, Gordon NF. and Pescatello LS. (2009). **American College of Sports medicine (ACSM)'s guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 8 th ed. Philadelphia: ACSM group publisher.

Tritschler K. et al. (2000). **Practical measurement and assessment. 5 th ed**. Tokyo: Lippincott William & Wilkins.

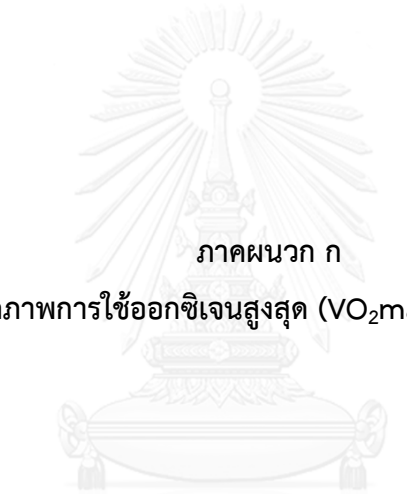
White, Andrew. (2014). **Global positioning system analysis of elite and sub-elite Scottish field hockey: understanding the physical demands of competition and training. [Online]: Available: http://theses.gla.ac.uk/5868/1/2014WhiteAPhD.pdf**. (2015, May 15).

Whyte, Gregory. (2006). **The Physiology of Training, {Online]: Available: http://www.sciencedirect.com/science/book/9780443101175**. (2015 ,Febuary 10).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาคผนวก ก

แสดงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มาตรฐานในคนไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 แสดงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มาตรฐานในคนไทย (กกท.2549)

ชายไทย	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
20-29	>51.6	47.1-51.5	38.0-47.0	33.5-37.9	<33.5
30-39	>43.3	39.4-43.2	31.5-39.3	27.6-31.4	<27.5
40-49	>37.4	34.1-37.3	27.4-34.0	24.1-27.3	<24
50-59	>33.9	30.7-33.8	24.2-30.6	21.0-24.1	<20.9
60-72	>30.7	27.9-30.6	22.2-27.8	19.4-22.1	<19.3
หญิงไทย	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
20-29	>45.8	41.9-45.7	34.0-41.8	30.1-33.9	<30
30-39	>40.2	36.9-40.1	28.7-36.8	24.9-28.6	<24.8
40-49	>35.8	32.4-35.7	25.5-32.3	22.1-25.4	<22
50-59	>30.9	28.3-30.8	23.0-28.2	20.4-22.9	<20.3
60-72	>30.8	27.8-30.7	21.7-27.7	18.7-21.6	<18.6

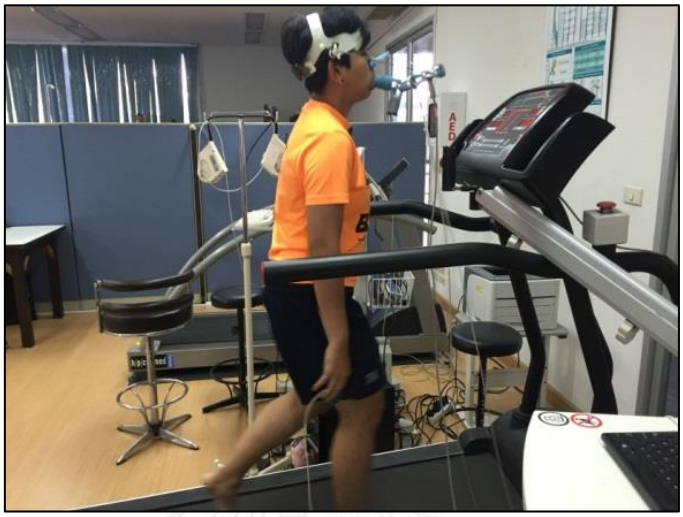
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce Protocol)



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการทดสอบโดยวิธีการบรูซ (Bruce protocol)

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

- เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar FT40)
- ลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmill Trackmaster, USA)
- เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Encore Vmax™ 29 system, Canada)

<u>วิธีการ</u>

1. คำนวณค่า 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Heart Rate Reserve) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้จากสูตร

Heart Rate Reserve (HRR) = [Maximum Heart Rate (220 – Age) – Resting HR] x

[%Submaximum HR + Resting HR]

2. ติดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจเข้ากับร่างกายของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องวิ่งตามระดับ (Stage) ซึ่งมีความเร็ว ความชัน และเวลาตามกำหนด จนกว่าผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะวิ่งต่อไม่ไหว โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยจะคอยดูอาการอยู่ตลอด ซึ่งการทดสอบที่ปลอดภัยคือประมาณ 80-85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) หรือ ใช้ระดับความเหนื่อย (Rate of perceived exertion; RPE) ไม่เกิน 16 โดยเริ่มจากเพิ่มความเร็วเบาๆ เพื่อให้มีการอบอุ่นร่างกาย จากนั้นจึงเพิ่มความหนักของงานหรือความเร็วตามระดับของวิธีการบรูซ (Bruce protocol)

4. เริ่มทดสอบบนลู่วิ่งไฟฟ้า โดยใช้วิธีการของบรูซ (Bruce protocol) ซึ่งแบ่งการวิ่งออกเป็นหลายระดับ (Stage) ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบของการใช้ออกซิเจนสูงสุดในแต่ละระดับ (Stage)

STAGE	DURATION (min)	Speed (mph)	Grade (%)
1	3	1.7	10
2	3	2.5	12
3	3	3.4	14
4	3	4.2	16
5	3	5.0	18
6	3	5.5	20
7	3	6.0	22

ที่มา : ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual

5. ผู้วิจัยและผู้ช่วยจะคอยดูอาการของผู้วิจัยในการวิ่งอยู่ตลอด โดยให้ผู้มีส่วนร่วมในการยกมือขวาในกรณีที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่สามารถวิ่งต่อได้

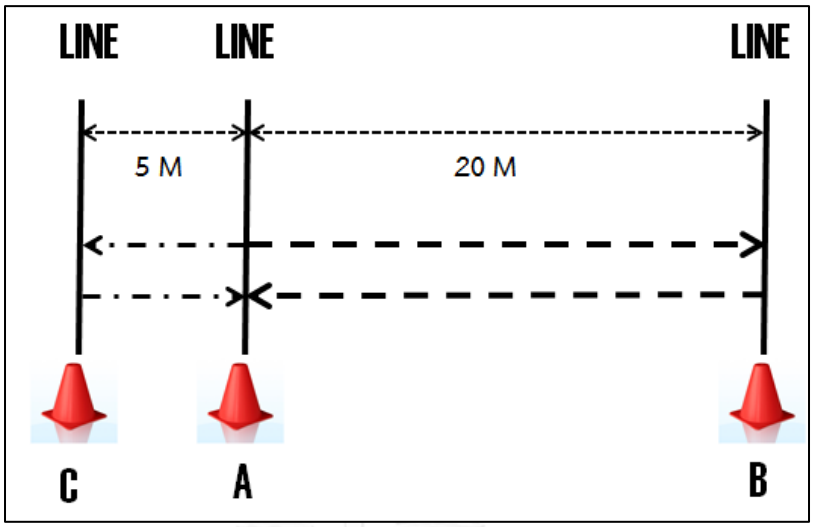
6. บันทึกค่าที่ได้จาเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Encore Vmax™ 29 system, Canada)

ภาคผนวก ค

การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)



รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

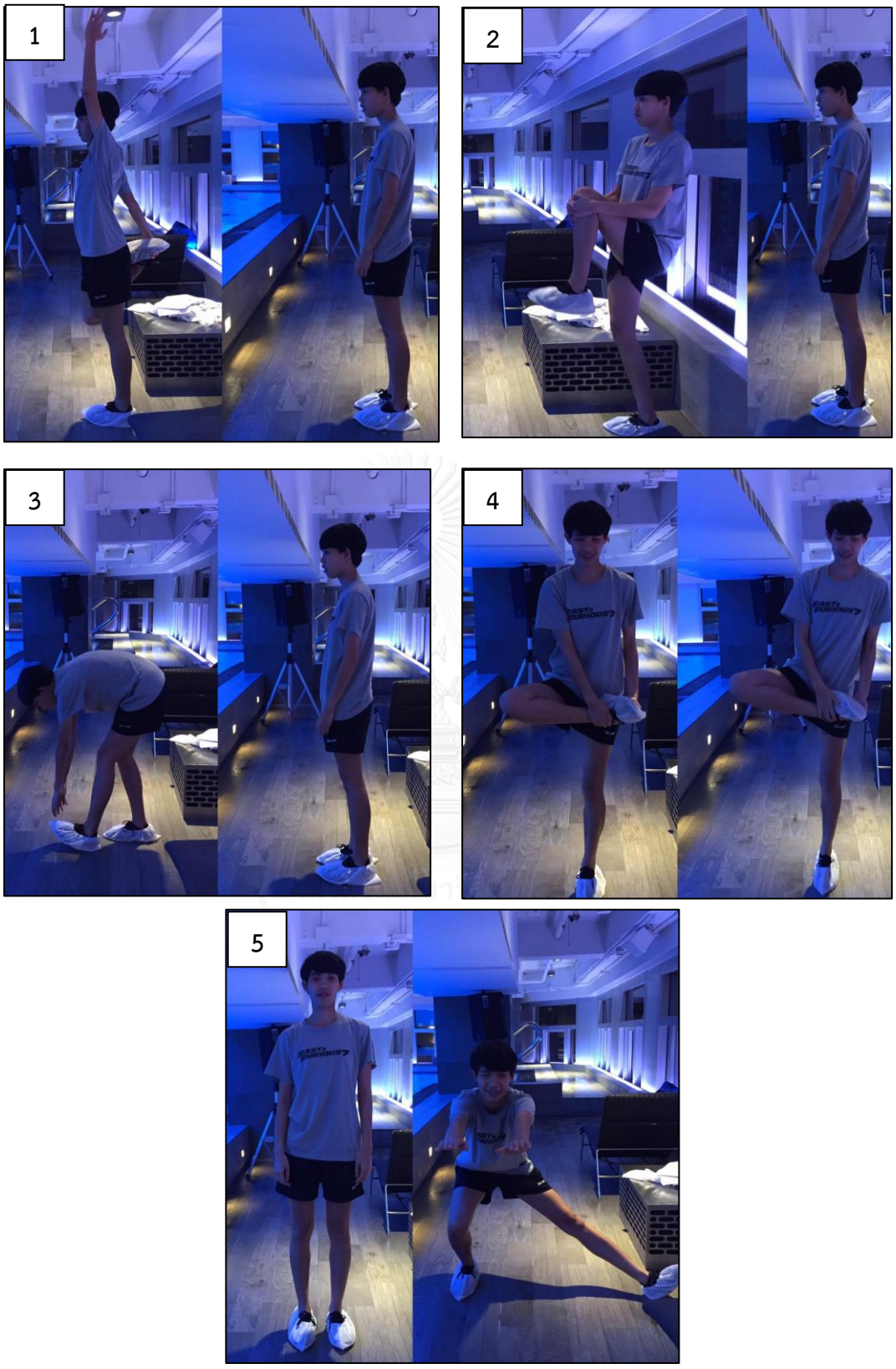
<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

- สนามที่มีระยะทางในการวิ่งตรงไม่น้อยกว่า 20 เมตร
- กรวยวางระยะทาง
- แอปพลิเคชัน ในการให้จังหวะการวิ่ง ตามเวอร์ชันของท็อปเปนสปอรต์ (Topend sport)
- ตารางบันทึกผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

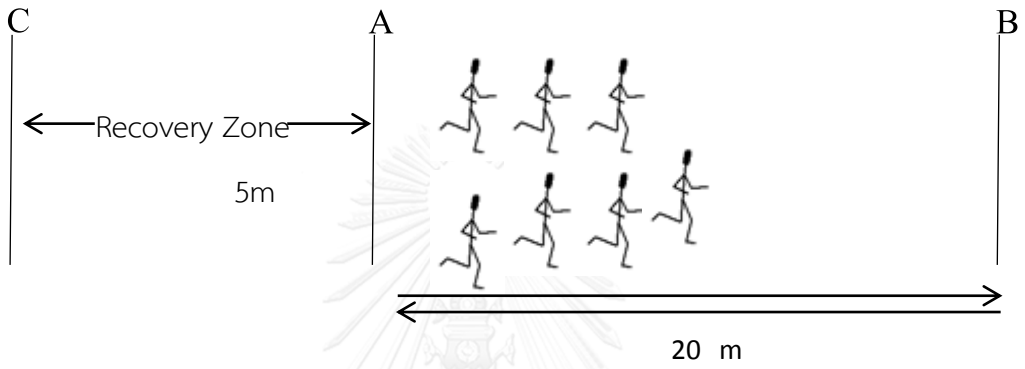
<u>วิธีการ</u>

1. ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งจ๊อกกิ้งไป-กลับสนาม 20 เมตร จำนวน 2 รอบ หลังจากนั้นจะยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 5 ท่า (ดังรูปที่ 6) โดยผู้วิจัยจะเป็นคนนำยืด



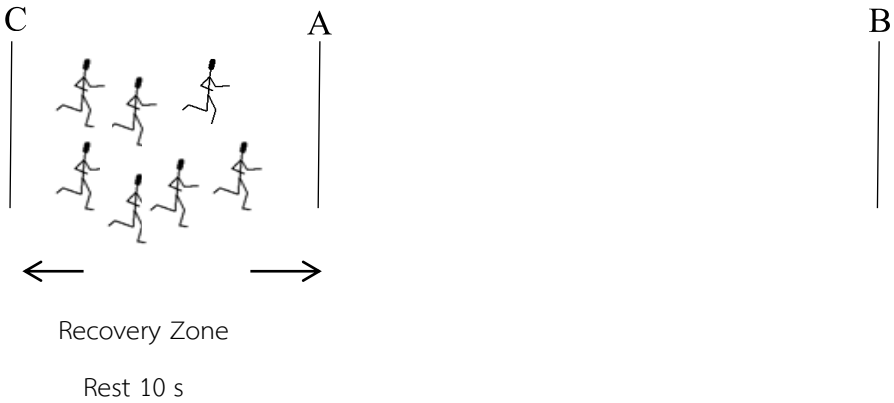
รูปที่ 6 แสดงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)

2. กำหนดแนวเส้น A และแนวเส้น B มีระยะห่าง 20 เมตร และแนวเส้น A และ C มีระยะห่าง 5 เมตร โดยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยยืนเรียงหน้ากระดานที่แนวเส้น A เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณเริ่ม (สัญญาณที่1) จากแอปพลิเคชัน ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกวิ่งจากแนวเส้น A ไปแนวเส้น B โดยที่จะต้องให้ถึงแนวเส้น B ให้ทัน/พร้อมกับเสียงสัญญาณครั้งต่อไป



รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการวิ่งแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)จากจุด A ไป B

3. เมื่อวิ่งจากแนวเส้น B กลับมาถึงแนวเส้น A (ทุกระยะ 40 เมตร) แล้วจะให้หยุดพัก 10 วินาที ในระยะ 5 เมตรหลังแนวเส้น A และ C ในระยะ 5 เมตร ที่เรียกว่าโซนรีโคเวอรี (Recovery Zone)



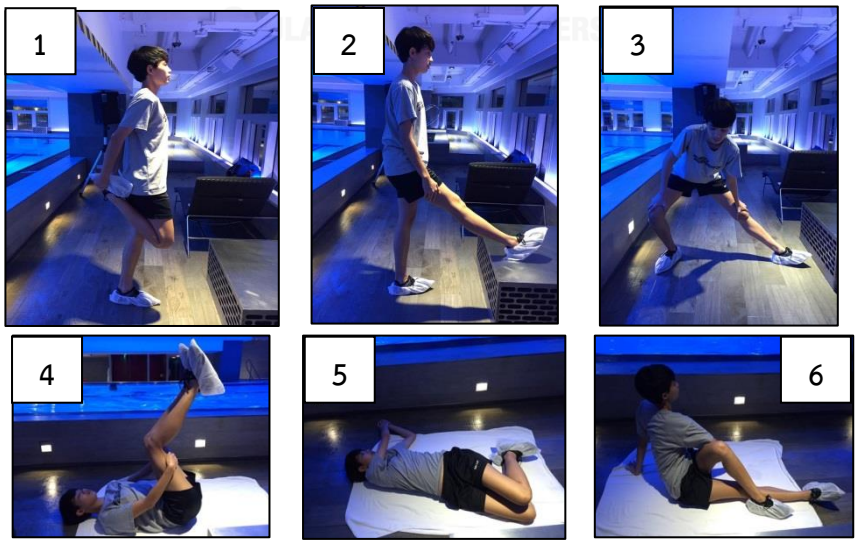
รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) จากจุด A ไป B และกลับมาพักหลังแนวเส้น A และ C

และเริ่มกลับไปที่กระบวนการเริ่มต้นคือเริ่มวิ่งจากจุด A ไปยังจุด B และวิ่งกลับจากจุด B มายังจุด A แต่ในรอบต่อๆไป สัญญาณเสียงจะเร็วขึ้นเรื่อยๆ ถ้าผู้มีส่วนร่วมการวิจัยยังวิ่งไม่ถึงจุด A หรือจุด B แต่ได้ยินเสียงสัญญาณแล้ว ผู้วิจัยจะบันทึกค่าระยะทางที่มากที่สุดของระดับ (Stage) การวิ่งที่ผู้มีส่วนร่วมวิจัยทำได้ เช่นถ้าผู้วิจัยกำลังวิ่งอยู่ในระดับ (Stage) 5 (ระยะทาง 80-100) แต่มีเสียงสัญญาณดังขึ้น ขณะที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยยังวิ่งไม่ถึง ผู้วิจัยจะบันทึกว่าผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอยู่ในระดับ (Stage) 4 (ระยะทาง 80 เมตร) เนื่องจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำได้ดีที่สุดคือระดับ (Stage) 4 เพราะยังวิ่งไม่ถึงระดับ (Stage) 5 คือระยะทาง 100 เมตร บันทึกค่าที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำได้และนำค่าที่ได้มาเข้าสมการการประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของบังสโบว์ (Bangsbo, et al, 2008)

สมการการประมาณค่า VO_2max :

Yo-Yo IR2 test: VO_2max (mL/min/kg) = IR2 distance (m) × 0.0136 + 45.3 **(สมการที่ 1)**

4. หลังจากการทดลองทุกครั้งต้องให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) โดยจะทำการวิ่งจ๊อกกิ้งเบาๆ รอบสนาม พอเสร็จแล้วให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้าง (Static stretching) 6 ท่า (ดังรูปที่ 9) ท่าละ 10 วินาที โดยผู้วิจัยจะเป็นคนนำยืด



รูปที่ 9 แสดงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเกร็งค้าง (Static stretching)

ภาคผนวก ง

แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างวิธีการบรูซ (Bruce Protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างวิธีการบรูซ (Bruce Protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	228.333	2	114.167	26.545	.000
Within Groups	167.737	39	4.301		
Total	396.070	41			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00002

	(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Scheffe	1	2	-4.93143*	.78385	.000	-6.9262	-2.9367
		3	-4.96071*	.78385	.000	-6.9555	-2.9659
	2	1	4.93143*	.78385	.000	2.9367	6.9262
		3	-.02929	.78385	.999	-2.0241	1.9655
	3	1	4.96071*	.78385	.000	2.9659	6.9555
		2	.02929	.78385	.999	-1.9655	2.0241
LSD	1	2	-4.93143*	.78385	.000	-6.5169	-3.3459
		3	-4.96071*	.78385	.000	-6.5462	-3.3752
	2	1	4.93143*	.78385	.000	3.3459	6.5169
		3	-.02929	.78385	.970	-1.6148	1.5562
	3	1	4.96071*	.78385	.000	3.3752	6.5462
		2	.02929	.78385	.970	-1.5562	1.6148

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ภาคผนวก จ

แสดงการวิเคราะห์รถดถอยพหุคูณของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์รถดถอยพหุคูณของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-8.832	12.582		-.702	.497
	Bruce	1.347	.306	1.011	4.403	.001
	ระยะทาง	-.005	.005	-.251	-1.095	.297

a. Dependent Variable: ทางตรง

Coefficients[a]

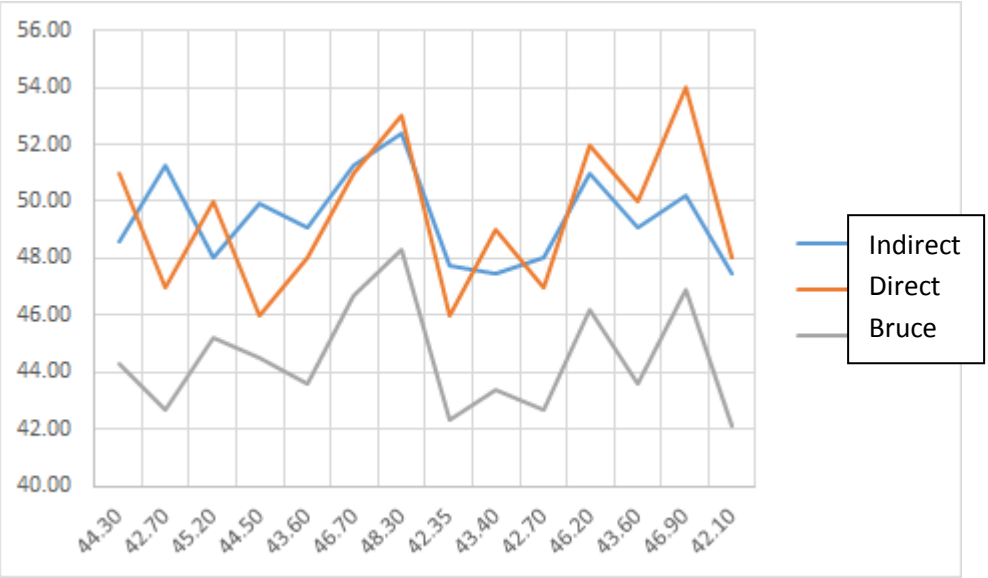
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	45.288	.023		1947.504	.000
	Bruce	.000	.001	.000	.734	.478
	ระยะทาง	.014	.000	1.000	1489.740	.000

a. Dependent Variable: ทางอ้อม

ภาคผนวก ฉ

แสดงความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของวิธีการบรูซ (Bruce protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางอ้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ของวิธีการบรูซ (Bruce Protocol), แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) ทางตรง และ ทางอ้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่ม.....เลขที่.....

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้

ข้อมูลพื้นฐาน

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ตำแหน่ง.....

ประสบการณ์ในการเล่น.....ปี

ผลการทดสอบ Bruce Protocol VO_2max .....$ml.kg^{-1}.min^{-1}$

ผลการทดสอบ YO-YO IR2 โดยวิธีทางตรง

Level (ระดับ)	Shuttle (จำนวนเที่ยว)	ระยะทาง (เมตร)	VO_2max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)

ผลการทดสอบ YO-YO IR2 โดยวิธีทางอ้อม

Level (ระดับ)	Shuttle (จำนวนเที่ยว)	ระยะทาง (เมตร)	VO_2max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)

ภาคผนวก ซ

แบบบันทึกข้อมูลของงานวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลของงานวิจัย

ตารางที่ 13 ใบบันทึกค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง และโดยทางอ้อม

คนที่	VO_2max (BRUCE Protocol)	VO_2max (YO-YO IR2 ทางตรง)	VO_2max (YO-YO IR2 ทางอ้อม)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ

ตารางแสดงระดับของแบบทดสอบ (Level), ความเร็วของระดับ (Speed stage) และระยะทาง (Accumulated) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 แสดงระดับของแบบทดสอบ (Level), ความเร็วของ Stage (Speed stage) และระยะทาง (Accumulated) ของแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

level	speed stage	shuttle	speed LEVEL	speed (km/hr)	accumulated dist. (m)
1	1	1	5	10.0	40
2	2	1	8	11.5 *	80
3	3	1	11	13.0	120
4	3	2	11	13.0	160
5	4	1	12	13.5	200
6	4	2	12	13.5	240
7	4	3	12	13.5	280
8	5	1	13	14.0	320
9	5	2	13	14.0	360
10	5	3	13	14.0	400
11	5	4	13	14.0	440
12	6	1	14	14.5	480
13	6	2	14	14.5	520
14	6	3	14	14.5	560
15	6	4	14	14.5	600
16	6	5	14	14.5	640
17	6	6	14	14.5	680
18	6	7	14	14.5	720
19	6	8	14	14.5	760
20	7	1	15	15.0	800

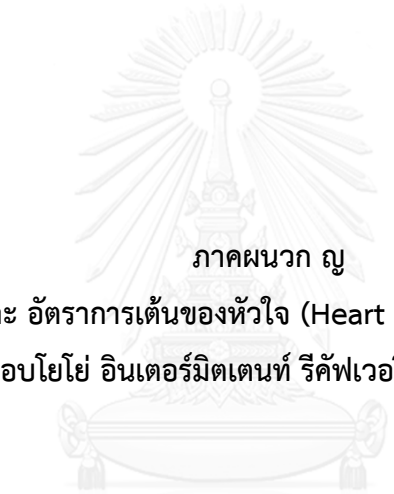
level	speed stage	shuttle	speed LEVEL	speed (km/hr)	accumulated dist. (m)
6	4	2	12	13.5	240
7	4	3	12	13.5	280
8	5	1	13	14.0	320
9	5	2	13	14.0	360
10	5	3	13	14.0	400
27	7	8	15	15.0	1080
28	8	1	16	15.5	1120
29	8	2	16	15.5	1160
30	8	3	16	15.5	1200
31	8	4	16	15.5	1240
32	8	5	16	15.5	1280
33	8	6	16	15.5	1320
34	8	7	16	15.5	1360
35	8	8	16	15.5	1400
36	9	1	17	16.0	1440
37	9	2	17	16.0	1480
38	9	3	17	16.0	1520
39	9	4	17	16.0	1560
40	9	5	17	16.0	1600
41	9	6	17	16.0	1640
42	9	7	17	16.0	1680
43	9	8	17	16.0	1720
44	10	1	18	16.5	1760
45	10	2	18	16.5	1800

level	speed stage	shuttle	speed LEVEL	speed (km/hr)	accumulated dist. (m)
46	10	3	18	16.5	1840
47	10	4	18	16.5	1880
48	10	5	18	16.5	1920
49	10	6	18	16.5	1960
50	10	7	18	16.5	2000
51	10	8	18	16.5	2040
52	11	1	19	17.0	2080
53	11	2	19	17.0	2120
54	11	3	19	17.0	2160
55	11	4	19	17.0	2200
56	11	5	19	17.0	2240
57	11	6	19	17.0	2280
58	11	7	19	17.0	2320
59	11	8	19	17.0	2360
61	12	2	20	17.5	2440
62	12	3	20	17.5	2480
63	12	4	20	17.5	2520
64	12	5	20	17.5	2560
65	12	6	20	17.5	2600
66	12	7	20	17.5	2640
67	12	8	20	17.5	2680
68	13	1	21	18.0	2720
69	13	2	21	18.0	2760
70	13	3	21	18.0	2800
71	13	4	21	18.0	2840
72	13	5	21	18.0	2880
73	13	6	21	18.0	2920

level	speed stage	shuttle	speed LEVEL	speed (km/hr)	accumulated dist. (m)
46	10	3	18	16.5	1840
47	10	4	18	16.5	1880
48	10	5	18	16.5	1920
49	10	6	18	16.5	1960
50	10	7	18	16.5	2000
51	10	8	18	16.5	2040
52	11	1	19	17.0	2080
53	11	2	19	17.0	2120
54	11	3	19	17.0	2160
55	11	4	19	17.0	2200
56	11	5	19	17.0	2240
57	11	6	19	17.0	2280
58	11	7	19	17.0	2320
59	11	8	19	17.0	2360
61	12	2	20	17.5	2440
62	12	3	20	17.5	2480
63	12	4	20	17.5	2520
64	12	5	20	17.5	2560
65	12	6	20	17.5	2600
66	12	7	20	17.5	2640
67	12	8	20	17.5	2680
68	13	1	21	18.0	2720
69	13	2	21	18.0	2760
70	13	3	21	18.0	2800
71	13	4	21	18.0	2840
72	13	5	21	18.0	2880
73	13	6	21	18.0	2920

level	speed stage	shuttle	speed LEVEL	speed (km/hr)	accumulated dist. (m)
74	13	7	21	18.0	2960
75	13	8	21	18.0	3000
76	14	1	22	18.5	3040
77	14	2	22	18.5	3080
78	14	3	22	18.5	3120
79	14	4	22	18.5	3160
80	14	5	22	18.5	3200
81	14	6	22	18.5	3240
82	14	7	22	18.5	3280
83	14	8	22	18.5	3320
84	15	1	23	19.0	3360
85	15	2	23	19.0	3400
86	15	3	23	19.0	3440
87	15	4	23	19.0	3480
88	15	5	23	19.0	3520
89	15	6	23	19.0	3560
90	15	7	23	19.0	3600

อ้างอิง : http://www.topendsports.com/testing/yo-yo-intermittent-levels.htm



ภาคผนวก ญ

ระยะทาง, Stage และ อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 แสดงระยะทาง และ อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)

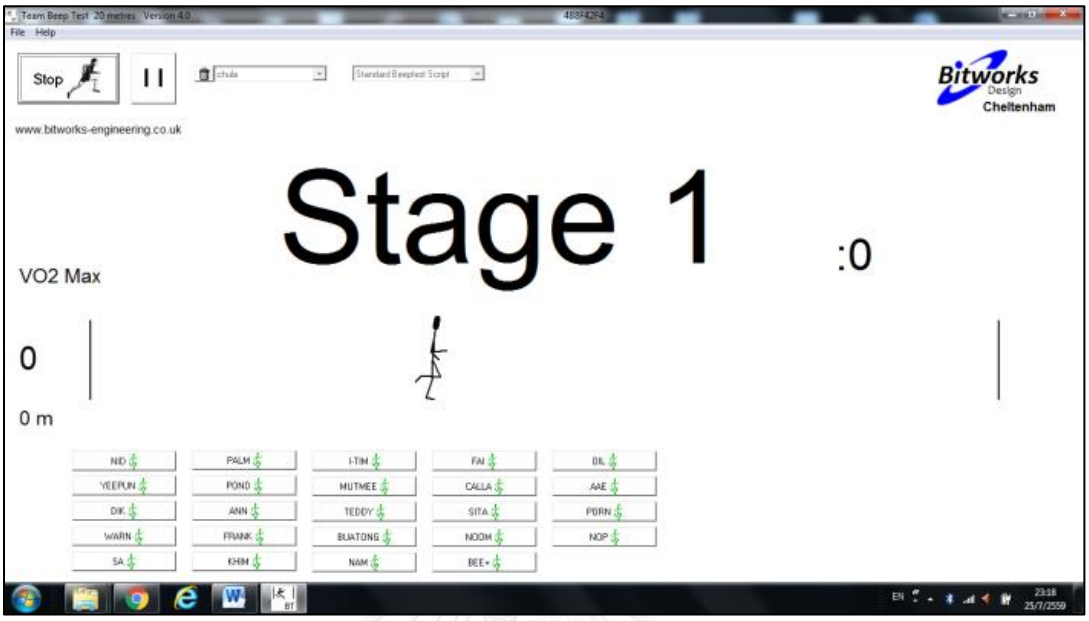
คนที่	ระยะทาง(m)	HR (ครั้ง/วินาที)
1	240	186
2	440	177
3	200	184
4	340	178
5	280	179
6	440	187
7	520	194
8	180	175
9	160	178
10	200	182
11	420	176
12	280	185
13	360	189
14	160	170
($\bar{x}$)	301.43	181.43
(S.D)	119.35	6.43

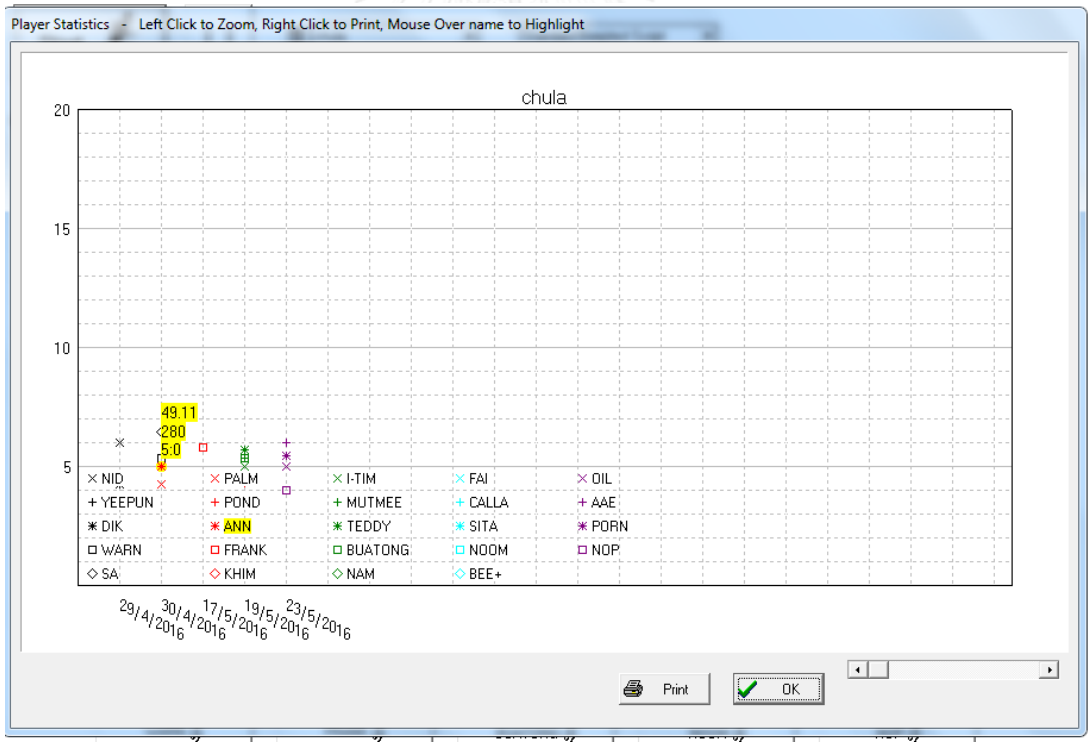
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ
แสดงรูปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

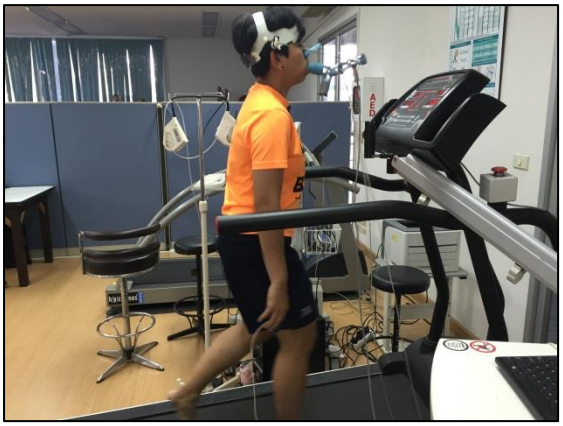
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





รูปที่ 11 แบบทดสอบภาคสนาม YO-YO IR2 (Team-Beep-Test Software Version 4.0)



รูปที่ 12 ลู่วิ่งไฟฟ้า (Treadmill Trackmaster, USA)

รูปที่ 13 นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar FT7)

รูปที่ 14 แสดงเครื่องวัดอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส (Metamax 3B)

ภาคผนวก ฏ
แสดงรูปการทดสอบวิธีการของบรูซ (Bruce protocol)
และแบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2)
โดยทางตรงและทางอ้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

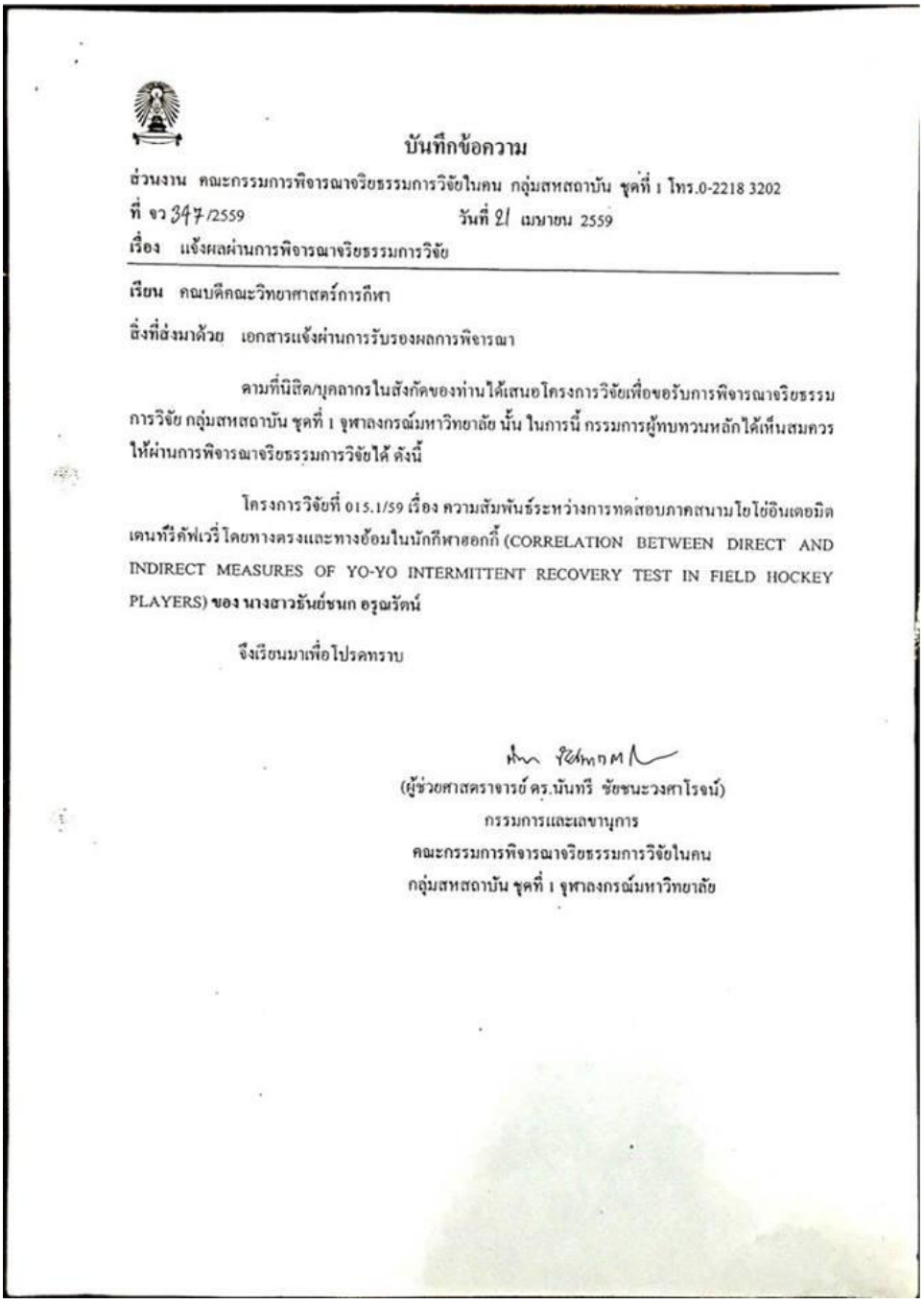
รูปที่ 15 แสดงการทดสอบวิธีการของบรูซ (Bruce protocol)

รูปที่ 16 แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง

รูปที่ 17 แบบทดสอบโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ ระดับ 2 (YO-YO IR2) โดยทางตรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฐ
เอกสารแจ้งผ่านการรับรองพิจารณา



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218 3202
ที่ อว 347/2559 วันที่ 21 เมษายน 2559
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 015.1/59 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบภาคสนามโยโย่อินเตอมิตเตนทรีคัฟเวรี่โดยทางตรงและทางอ้อมในนักกีฬาฮอกกี้ (CORRELATION BETWEEN DIRECT AND INDIRECT MEASURES OF YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST IN FIELD HOCKEY PLAYERS) **ของ นางสาวธันย์ชนก อรุณรัตน์**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) : นางสาวธันย์ชนก นามสกุล อรุณรัตน์

(ภาษาอังกฤษ) : Thunchanok Arunrutana

วัน/เดือน/ปีเกิด : 4 พฤศจิกายน พ.ศ.2534

ภูมิลำเนา : เชียงใหม่

ประวัติการศึกษา :

พ.ศ.2547 : สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา
จากโรงเรียนเรยีนาเชลีวิทยาลัย เชียงใหม่

พ.ศ.2553 : สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียน
วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ.2557 : ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ
สาขาเวชศาสตร์การกีฬา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์
และกายภาพบำบัดจากโรงพยาบาลศิริราช

พ.ศ.2557 : สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chulalongkorn University