การพัฒนาแบบทดสอบการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
ในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

นางสาววรรณวิสา บุญมาก

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE DEVELOPMENT OF STEP TEST FOR PREDICTING MAXIMAL OXYGEN UPTAKE IN MALE BASKETBALL PLAYERS

Miss Wanwisa Bungmark

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2014
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบทดสอบการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย
โดย	นางสาววรรณวิสา บุญมาก
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง อรอนงค์ กุละพัฒน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง อรอนงค์ กุละพัฒน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.คุณัตว์ พิธพรชัยกุล)

วรรณวิสา บุญมาก : การพัฒนาแบบทดสอบการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย (THE DEVELOPMENT OF STEP TEST FOR PREDICTING MAXIMAL OXYGEN UPTAKE IN MALE BASKETBALL PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร. พญ. อรอนงค์ กุละพัฒน์, 149 หน้า.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบการก้าวขึ้นลง (Step Test) เพื่อประเมินค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ได้แม่นยำใกล้เคียงกับวิธีวิเคราะห์ก๊าซ

งานวิจัยนี้พัฒนาแบบทดสอบ Step Test รูปแบบใหม่ 16 รูปแบบ ซึ่งแตกต่างกันในเรื่องความสูงของกล่องก้าวขึ้นลง ความเร็วในการก้าว และระยะเวลาทดสอบ มีวิธีวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate Monitor; Polar) และการนับร่วมกับการใช้หูฟังทางการแพทย์ ค่า HR บันทึกในช่วงเวลาที่ต่างกัน ได้แก่ ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบ, 15 วินาที, 20 วินาทีและ 1 นาที

ทำการศึกษาในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย โดยแบ่งการศึกษาแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกมีกลุ่มตัวอย่าง 6 คน ทำการทดสอบ Step Test รูปแบบใหม่ 16 รูปแบบ พบว่ามี 6 รูปแบบที่สามารถประเมินค่า VO_2max ได้ใกล้เคียงกับวิธีวิเคราะห์ก๊าซ นำ 6 รูปแบบมาทำการศึกษาต่อไป ในระยะที่ 2 มีกลุ่มตัวอย่าง 32 คน ผลการทดสอบพบว่า รูปแบบการทดสอบ 30cm.26.3M (HR C60) ซึ่งใช้กล่องสูง 30 cm ความเร็ว 26 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาทีติดต่อกัน และใช้หูฟังทางการแพทย์นับ HR ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนครบ 1 นาที สามารถประมาณค่า VO_2max ได้ใกล้เคียงกับ VO_2max จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด (r^2 = 0.714, r = 0.845, SEE = 2.726) โดยมีสมการประเมินค่า Predicted VO_2max = 140.66 - 0.419(HR C60 (bpm)) - 0.248(Height (cm.)) ในขณะที่รูปแบบการทดสอบ Kn.30.3M (HR P00) ซึ่งปรับความสูงของกล่องที่ขณะก้าวข้อเข่าทำมุม 90 องศา ความเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาทีติดต่อกัน และวัด HR ด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที เป็นรูปแบบการทดสอบที่ประมาณค่า VO_2max สูงที่สุดเป็นอันดับที่สอง (สมการประเมินค่า Predicted VO_2max = 103.40 - 0.235(HR P00 (bpm)) - 0.211(Weight (kg)) มีความแม่นยำ r^2 = 0.633, r = 0.796, SEE = 3.088)

ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบ 30cm.26.3M (HR C60) มีความแม่นยำสูงที่สุด แต่การนับ HR มีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้ จึงต้องอาศัยบุคลากรที่มีความชำนาญ ในขณะที่ การทดสอบ Kn.30.3M (HR P00) ใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ทำให้ง่ายในการอ่านค่า HR และใช้เวลาในการทดสอบโดยรวมสั้นลง

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5378959539 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: CARDIORESPIRATORY FITNESS / VO2 MAX / STEP TEST

WANWISA BUNGMARK: THE DEVELOPMENT OF STEP TEST FOR PREDICTING MAXIMAL OXYGEN UPTAKE IN MALE BASKETBALL PLAYERS. ADVISOR: ASST. PROF. CHALERM CHAIWATCHARAPORN, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. ONANONG KULAPUTANA, Ph.D.{, 149 pp.

This study aimed to develop the best step test protocol which give the most accurate VO_2max prediction for aerobic performance test.

This research has developed 16 new step test protocols with various combination of parameters from step box height, tempo and test duration. In this study heart rate (HR) was measured by a heart rate monitor (Polar) and manual count under direct auscultation using a stethoscope. Heart rate was recorded immediately at the end of the test, and at 15 seconds, 20 seconds, and 1 minute after the test.

Subjects were representative male basketball players from Thai universities. It was found in the first of study with 6 subjects under 16 new test protocols that 6 protocols were comparable to measured VO_2max from gas analysis method and used for further study. In the second of study with 32 subjects, it was found that the protocol 30cm.26.3M (HR C60) with 30 cm step height at 26 steps.min^{-1} for 3 minutes and HR registered 1 minute after the end of the test by a stethoscope (HR C60) and with equation: Predicted VO_2max = 140.66 - 0.419(HR C60 (bpm)) - 0.248(Height (cm.)) was the most accurate with respect to measured VO_2max from gas analysis method (r^2 = 0.714, r=0.845, SEE=2.726). While another protocol Kn.30.3M (HR P00) with an adjustable step box to achieve knee joint angle of 90 degrees at 30 steps.min^{-1} for three minutes and registered HR at the end of the test by the heart rate monitor (HR P00) has very high correlation with measured VO_2max (equation: Predicted VO_2max = 103.40 - 0.235(HRP00 (bpm)) - 0.211(Weight (kg)), r^2 = 0.633, r = 0.796, SEE = 3.088).

It was concluded that though 30cm.26.3M (HR C60) protocol was the most accurate, counting heart rates under direct auscultation required skillful personel. However, Kn.30.3M (HR P00) protocol used heart rate monitor that was easier and more convinient to obtain HR; thus total testing duration is reduced.

Field of Study: Sports Science
Academic Year: 2014

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านรองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง อรอนงค์ กุละพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างสูง ที่ท่านให้ความเมตตา กรุณา สละเวลาอันมีค่า ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ติดตาม ตรวจสอบ แก้ไข ให้กำลังใจ และให้การอบรมสั่งสอน จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ และท่านอาจารย์ ดร. คุณัตว์ พิธพรชัยกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิลปชัย สุวรรณธาดา และท่านอาจารย์ ดร. บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ดร. วรรณี เจิมสุรวงศ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกำลังใจเสมอ

ขอขอบคุณ คณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศิลปากร อาจารย์สุวรรณี รูปหล่อ คุณถาวร แสงสินทรัพย์ และอีกหลายท่านที่ไม่อาจกล่าวถึงได้หมด สำหรับมิตรภาพ ความช่วยเหลือ และกำลังใจที่มอบให้มาโดยตลอด นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ธนัมพร ทองหล่อ นายวรเดช วิบูลย์กิจจา นายสุริยา ภัทรสุวรรณกิจ และผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่าน ที่ร่วมกันทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา นายสมชาย บุญมาก ที่เป็นทั้งแรงบันดาลใจ กำลังใจ และกำลังทรัพย์ ให้แก่ผู้วิจัย ความสำเร็จในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทั้งหมด ผู้วิจัยขออุทิศให้แด่ดวงวิญญาณของมารดา นางทิพวรรณ บุญมาก ผู้เป็นแรงบันดาลใจที่ยิ่งใหญ่ที่สุด ที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลงให้ได้ ทำให้ผู้วิจัยมีพลังกาย พลังใจที่สำคัญ เพื่อต่อสู้กับปัญหา และอุปสรรคต่างๆ จนการศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญตารางภาคผนวก ..... ฑ

สารบัญภาพ ..... ต

สารบัญภาพภาคผนวก ..... ถ

อภิธานศัพท์ ..... ผ

อภิธานศัพท์ (ต่อ) ..... ฝ

บทที่1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ปัญหาของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

กรอบแนวความคิดในการวิจัย 6

สมมติฐาน 7

ข้อตกลงเบื้องต้น 7

คำจำกัดความของคำในการวิจัย 7

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 8

บทที่2 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
กีฬาบาสเกตบอล 10
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 10
วิธีการทดสอบหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 10
1. การวิเคราะห์ก๊าซ 10
2. การประมาณค่าออกซิเจนสูงสุดโดยการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด 12
วิธีการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน 12
วิธีการทดสอบโดยการเดินหรือวิ่ง 13
วิธีการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง 14
1. ความสูงของกล่อง 14
2. จังหวะของการก้าว 15
3. ระยะเวลาในการทำการทดสอบ 16
อัตราการเต้นของหัวใจ ระยะฟื้นตัวหลังออกกำลังกาย 16
1. วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 18
1.1 โดยการจับชีพจรหรือใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจ 18
1.2 โดยการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 18
2. ความแม่นยำในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 18
2.1 ความแม่นยำในการวัดโดยการจับชีพจรหรือใช้หูฟังทางการแพทย์ 18
2.2 ความแม่นยำในการวัดโดยการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 18
เพศ และระดับสมรรถภาพ 19
วิธีการทดสอบ VO_2max ที่นิยมใช้ทดสอบนักกีฬาบาสเกตบอล 20
การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย 20
1. การฟื้นตัวของพลังงานหลังจากการออกกำลังกาย 20

หน้า

2. การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการออกกำลังกาย 21
บทที่3 22
วิธีดำเนินการวิจัย 22
ประชากร 22
กลุ่มตัวอย่าง 22
การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างประชากร 22
1. เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้าการศึกษา 23
2. เกณฑ์ในการคัดเลือกออกจากการศึกษา 23
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 23
ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บข้อมูล 24
ขั้นตอนการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูล 26
การคัดกรองอาสาสมัคร 27
1. การคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น 27
2. การวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก 27
3. การวัดองค์ประกอบของร่างกายต่างๆ 28
4. การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก 29
5. การทดสอบโดยการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 29
6. วิธีการประเมินค่า VO_2max 30
ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 1. 30
ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2 34
การวิเคราะห์ข้อมูล 34
ข้อพิจารณาทางจริยธรรม 35
ข้อจำกัดในการวิจัย 35

หน้า

อุปสรรคที่เกิดขึ้นในงานวิจัย 36
ผลหรือประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 36
บทที่4 38
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 38
ผลการคัดกรองขั้นต้น 38
ผลการศึกษาในระยะที่1 40
ผลการศึกษาในระยะที่2 44
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย (r^2) ค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 47
แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) 48
ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่าง VO_2max และ Astrand Cycle Test 50
ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Measured VO_2max และ Predicted VO_2max ที่ได้จากวิธีการทดสอบการก้าวขึ้นลง 51
ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการปรับความสูงของกล่อง 51
บทที่5 53
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 53
สรุปผลการวิจัย 53
การอภิปรายผล 56
ข้อเสนอแนะ 58
ข้อจำกัดของการวิจัย 59
รายการอ้างอิง 60
ภาคผนวก 65
ภาคผนวก ก : Astrand Rhyming Nomogram 66
ภาคผนวก ข : แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน 68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ภาคผนวก ค : เอกสารต่างๆ 118
เอกสารผ่านจริยธรรม 119
ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างในการวิจัย 120
เอกสารขอความอนุเคราะห์ในการยืมเครื่องมือเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย 136
ภาคผนวก ง : แบบสอบถาม 138
แบบสอบถามข้อมูลเพื่อคัดกรองขั้นต้น 139
แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล 140
แบบบันทึกผลการทดสอบระยะที่ 1 141
แบบบันทึกผลการทดสอบระยะที่ 2 146
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่1 (n=6) 40

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate ที่ได้จากการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ 41

ตารางที่ 3 แสดงอันดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate ที่ได้จากการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซโดยอันดับที่ 1. คือรูปแบบการทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดไปจนถึงอันดับสุดท้ายที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำที่สุด 42

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่2 (n=32) 44

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุ และอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง รูปแบบต่างๆ กับค่า VO_2max ที่ได้จากการวิเคราะห์ก๊าซ 45

ตารางที่ 6 แสดงอันดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างค่า VO_2max ที่ได้จากการวิเคราะห์ก๊าซ, Heart Rate, ส่วนสูง, น้ำหนัก และ อายุของผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยอันดับที่ 1. คือรูปแบบการทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดไปจนถึงอันดับสุดท้ายที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำที่สุด 46

ตารางที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max ที่ได้จากการทดสอบก้าวขึ้นลงรูปแบบต่างๆ 47

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) 48

ตารางที่ 9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00) 50

ตารางที่ 10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าความคลาดเคลื่อนของมาตราฐานการวัด ค่า Measured VO_2max กับค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากวิธีการทดสอบต่างๆ 51

ตารางที่ 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบของร่างกายต่างๆ กับการปรับความสูงของกล่อง โดยให้มุมข้อเข่าทำมุม 90 องศา 52

ตารางที่ 12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่า Predicted VO_2max กับค่า Measured VO_2max ที่ได้จากวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ความหนักต่ำกว่าสูงสุด รูปแบบต่างๆ..... 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P00)..... 69

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P15)..... 70

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P20)..... 71

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P60)..... 72

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (C15)..... 73

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (C20)..... 74

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (C60)..... 75

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P00)..... 76

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P15)..... 77

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P20)..... 78

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P60)..... 79

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (C15)..... 80

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (C20) 81

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (C60) 82

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P00) 83

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P15) 84

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P20) 85

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P60) 86

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C15) 87

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C20) 88

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) 89

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P00) 90

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P15) 91

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P20) 92

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P60) 93

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (C15)..... 94

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (C20)..... 95

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (C60)..... 96

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00)..... 97

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P15)..... 98

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P20)..... 99

ตารางภาคผนวกที่ 32 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P60)..... 100

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (C15)..... 101

ตารางภาคผนวกที่ 34 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (C20)..... 102

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (C60)..... 103

ตารางภาคผนวกที่ 36 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P00)..... 104

ตารางภาคผนวกที่ 37 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P15)..... 105

ตารางภาคผนวกที่ 38 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P20)..... 106

ตารางภาคผนวกที่ 39 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P60) 107

ตารางภาคผนวกที่ 40 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (C15) 108

ตารางภาคผนวกที่ 41 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (C20) 109

ตารางภาคผนวกที่ 42 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (C60) 110

ตารางภาคผนวกที่ 43 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P00) 111

ตารางภาคผนวกที่ 44 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P15) 112

ตารางภาคผนวกที่ 45 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P20) 113

ตารางภาคผนวกที่ 46 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P60) 114

ตารางภาคผนวกที่ 47 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (C15) 115

ตารางภาคผนวกที่ 48 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (C20) 116

ตารางภาคผนวกที่ 49 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (C60) 117

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ของการประเมินระดับสภาวะสุขภาพตนเองของผู้เข้าร่วมงานวิจัย..... 38

ภาพที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของการรับประทานอาหารเสริม ยา หรือวิตามินของผู้เข้าร่วมงานวิจัย.... 39

ภาพที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัย..... 39

ภาพที่ 4 ความถี่ในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัย..... 40

ภาพที่ 5 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน ระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที..... 48

ภาพที่ 6 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00) โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที..... 49

ภาพที่ 7 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่าง Measured VO_2max กับ Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)..... 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดง Astrand Rhyming Nomogram ในการประมาณค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test) 67

ภาพภาคผนวกที่ 2 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที 69

ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที 70

ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที 71

ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที 72

ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที..... 73

ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที..... 74

ภาพภาคผนวกที่ 8 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที..... 75

ภาพภาคผนวกที่ 9 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพภาคผนวกที่ 10 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที 77

ภาพภาคผนวกที่ 11 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที 78

ภาพภาคผนวกที่ 12 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที..... 79

ภาพภาคผนวกที่ 13 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที..... 80

ภาพภาคผนวกที่ 14 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที..... 81

ภาพภาคผนวกที่ 15 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที 82

ภาพภาคผนวกที่ 16 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที..... 83

ภาพภาคผนวกที่ 17 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที..... 84

ภาพภาคผนวกที่ 18 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที..... 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพภาคผนวกที่ 19 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที 86

ภาพภาคผนวกที่ 20 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที 87

ภาพภาคผนวกที่ 21 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที 88

ภาพภาคผนวกที่ 22 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที 89

ภาพภาคผนวกที่ 23 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที 90

ภาพภาคผนวกที่ 24 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที 91

ภาพภาคผนวกที่ 25 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที 92

ภาพภาคผนวกที่ 26 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที 93

ภาพภาคผนวกที่ 27 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพภาคผนวกที่ 28 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที 95

ภาพภาคผนวกที่ 29 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที 96

ภาพภาคผนวกที่ 30 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที 97

ภาพภาคผนวกที่ 31 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที 98

ภาพภาคผนวกที่ 32 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที 99

ภาพภาคผนวกที่ 33 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที..... 100

ภาพภาคผนวกที่ 34 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที..... 101

ภาพภาคผนวกที่ 35 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที..... 102

ภาพภาคผนวกที่ 36 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพภาคผนวกที่ 37 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที 104

ภาพภาคผนวกที่ 38 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที 105

ภาพภาคผนวกที่ 39 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที 106

ภาพภาคผนวกที่ 40 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที..... 107

ภาพภาคผนวกที่ 41 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที..... 108

ภาพภาคผนวกที่ 42 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที..... 109

ภาพภาคผนวกที่ 43 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที 110

ภาพภาคผนวกที่ 44 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที 111

ภาพภาคผนวกที่ 45 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที 112

ภาพภาคผนวกที่ 46 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที 113

ภาพภาคผนวกที่ 47 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที..... 114

ภาพภาคผนวกที่ 48 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที..... 115

ภาพภาคผนวกที่ 49 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที..... 116

ภาพภาคผนวกที่ 50 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิธานศัพท์

VO_2max หมายถึง สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

Gas Analysis หมายถึง วิธีการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ด้วยวิธีวิเคราะห์ก๊าซ

Maximal Exercise Test หมายถึง การทดสอบการออกกำลังกายความหนักสูงสุด ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบโดยการวิ่งบนลู่วิ่งกล ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Bruce Protocol

Sub-maximal Exercise Test หมายถึง การทดสอบการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด

Step Test หมายถึง การทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลง

Cycle Test หมายถึง การทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยจักรยานวัดงาน ในงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการทดสอบ Astrand Cycle Test

Heart Rate หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจ

Heart Rate Monitor หมายถึง เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

3MST หมายถึง กล่องสูง 30 cm จังหวะ 24 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

30cm.26.3M หมายถึง กล่องสูง 30 เซนติเมตร จังหวะ26รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

30cm.30.3M หมายถึง กล่องสูง 30 เซนติเมตร จังหวะ30รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

30cm.24.4M หมายถึง กล่องสูง 30 เซนติเมตร จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที

30cm.24.5M หมายถึง กล่องสูง 30 เซนติเมตร จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

Hp.24.3M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อสะโพกทำมุม 73 องศา จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

Hp.26.3M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อสะโพกทำมุม 73 องศา จังหวะ26รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

Hp.30.3M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อสะโพกทำมุม 73 องศา จังหวะ30รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

Hp.24.4M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อสะโพกทำมุม 73 องศา จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที

Hp.24.5M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อสะโพกทำมุม 73 องศา จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

Hp.26.4M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อสะโพกทำมุม 73 องศา จังหวะ26รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที

อภิธานศัพท์ (ต่อ)

Kn.24.3M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

Kn.26.3M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ26รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

Kn.30.3M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ30รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที

Kn.24.4M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที

Kn.24.5M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ24รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

Kn.26.4M หมายถึง กล่องปรับความสูงตามการก้าวที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ26รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที

P00 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor; Polar®) ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

P15 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor; Polar®) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

P20 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor; Polar®) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

P60 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor; Polar®) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 60 วินาที

C15 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนถึง 15 วินาที

C20 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนถึง 20 วินาที

C60 หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนถึง 60 วินาที

Measured VO_2max หมายถึง สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ

Predicted VO_2max หมายถึง สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากการประมาณค่า โดยการทดสอบการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุดรูปแบบต่างๆ

บทที่1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมุ่งเน้นพัฒนาศักยภาพทางการกีฬาของไทย เพื่อให้สามารถแข่งขันกับชาติอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาศักยภาพของนักกีฬานั้น จำเป็นต้องมีรูปแบบ ระเบียบแบบแผน และเทคนิคในการพัฒนาที่เหมาะสม ให้ทัดเทียมกับต่างชาติ ปัจจัยพื้นฐานที่นักกีฬาควรจะต้องมี คือ สมรรถภาพทางกายที่ดี และความชำนาญในแต่ละชนิดกีฬา เมื่อเรากล่าวถึงระดับสมรรถภาพทางกายที่ดี วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness test) จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเฉพาะสมรรถภาพหัวใจและปอด (Cardio-respiratory Fitness) การศึกษาในต่างประเทศ ได้ชี้ให้เห็นอย่างแน่ชัดแล้วว่า ระดับสมรรถภาพหัวใจและปอด สามารถทำนายโอกาสการเกิดโรคต่างๆ รวมทั้งการเสียชีวิตโดยรวม [1] การที่นักกีฬาได้รับทราบถึงระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดของตนเอง จะก่อให้เกิดแรงกระตุ้นให้นักกีฬาเห็นความสำคัญของการพัฒนาระดับสมรรถภาพทางกายและการดูแลสุขภาพเพิ่มมากขึ้น ทำให้นักกีฬาเป็นนักกีฬาที่มีคุณภาพ เป็นความหวังในการพัฒนาทางด้านการกีฬา และช่วยให้ประเทศไทยประสบความสำเร็จทางการกีฬาเพิ่มมากขึ้น

นักกีฬาเกือบทุกชนิดกีฬาจำเป็นที่จะต้องมีระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดที่ดี โดยเฉพาะในนักกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งเป็นกีฬาที่ผู้เล่นมีการเคลื่อนไหวต่อเนื่องเกือบตลอดทั้งเกมการเล่นและการแข่งขัน ถ้านักกีฬามีระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดที่ดี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดี จะทำให้นักกีฬาเกิดอาการเหนื่อยล้าช้าลง สามารถเล่นหรือแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ปัจจุบันวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ใช้วิธีวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะออกกำลังกาย (Maximal Oxygen Uptake, VO_2max) เป็นวิธีการทดสอบมาตราฐาน (Gold Standard) [2] สำหรับการทดสอบเพื่อบ่งชี้ระดับสมรรถภาพหัวใจและปอด (Cardio-respiratory Fitness test) ในการนำเอาออกซิเจนไปสู่เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อที่กำลังออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ไม่สามารถทำได้ทั่วไปเพราะมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ การทดสอบที่ซับซ้อน ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ และเครื่องมืออุปกรณ์มีราคาแพง [3] ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการทดสอบระดับสมรรถภาพหัวใจและปอด โดยใช้การทำนายค่า VO_2max จากการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise Test) ขึ้นมาหลายรูปแบบ

แต่ละรูปแบบก็จะมีวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น การทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Cycle Ergometer Test), การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง (Step Test) และการทดสอบโดยการเดินหรือวิ่ง (Walk/Run Test) เป็นต้น [1, 3, 4] ในประเทศไทยวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ที่การกีฬาแห่งประเทศไทยนำมาใช้ทดสอบนักกีฬาของไทยคือการทดสอบโดยจักรยานวัดงานด้วยการทดสอบแบบ Astrand Cycle Test แต่การทดสอบนี้ก็ยังมีข้ออยู่จำกัดหลายประการ คือ ไม่สามารถทำการทดสอบได้ทั่วไปจะต้องมาทดสอบที่ศูนย์ทดสอบหรือห้องปฏิบัติการเท่านั้น ดังนั้นการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดของนักกีฬาภาคสนามมักนิยมใช้การทดสอบ Step Test สำหรับการทดสอบ Step Test รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือ Harvard Step Test แต่ Taddonio D. A. และคณะ (1951) [5] ได้กล่าวถึงการทดสอบ Harvard Step Test ว่ามักทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า ต่อมาในปี ค.ศ. 1964 Devries H. A. และคณะ [6] ได้ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Harvard Step Test กับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) มีค่าเท่ากับ 0.77 การทดสอบ Harvard Step Test จะเกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อได้มาก ผู้ทำการทดสอบมักทำการทดสอบได้ไม่ครบตามกำหนดเวลา 5 นาที เพราะการทดสอบ Harvard Step Test ใช้เวลาในการทำการทดสอบนาน และมีอัตราเร็วในการก้าวสูงกว่าการทดสอบ Step Test รูปแบบอื่นๆทำให้มีการพัฒนารูปแบบการทดสอบ Step Test รูปแบบอื่นๆขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดระดับความหนักในการทดสอบ Step Test ดังนี้

1. ความสูงของกล่อง โดย Ryhming I. (1953) [7] ได้ทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทดสอบโดยกำหนดให้ เพศชาย ก้าวขึ้นลงกล่องสูง 40 เซนติเมตร และเพศหญิง ก้าวขึ้นลงกล่องสูง 33 เซนติเมตร ที่อัตราเร็ว 22.5 รอบต่อนาที ต่อมา Shephard R. J. (1966) [8] ได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงในการทดสอบ Step Test โดยใช้ความสูงอยู่ในช่วง 9-18 นิ้ว (22.86-45.72 เซนติเมตร) ตามความถนัดของผู้ทำการทดสอบ ในปี ค.ศ. 1971 Shinno N. [9] ได้ให้คำแนะนำว่า มุมที่เหมาะสมที่สุดในการก้าวขึ้นลงตามหลักสรีรศาสตร์ คือความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วหัวเข่าทำมุม 90 องศา จะทำให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่า น้อยที่สุด Siconolfi S. F. และคณะ (1985) [10] ได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงในการทดสอบ Step Test โดยใช้ความสูง 10 นิ้ว (25.4 เซนติเมตร) พบว่าค่า VO_2max ที่ได้ จะมีค่าสูงกว่าค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบความหนักสูงสุดด้วยจักรยานถึง 10% ต่อมาในปี ค.ศ. 1987 Culpepper M. I. และคณะ [11] ทำการศึกษาวิจัยโดยการปรับความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วมุมของข้อต่อสะโพกเป็น 65, 73, 82 และ 90 องศา พบว่า การปรับความสูงกล่องที่ก้าวแล้วมุมข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศา เป็นมุมที่สามารถทำให้ทำนายค่า VO_2max ได้ใกล้เคียงกับค่า VO_2max จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด แต่ Mahdieh M. S. และคณะ (2011) [12] ได้อ้างถึงมุมของข้อเข่าที่เหมาะสม ในการปรับความสูงของกล่องในการทดสอบ Step Test ว่าความสูงที่เหมาะสมที่สุดคือความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วมุมที่เข่าเท่ากับ 90 องศา เพราะเป็นมุมที่เหมาะสม

ตามหลักสรีรศาสตร์ และเกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่าน้อยที่สุด ทำให้สามารถทำการทดสอบได้ถึงสมรรถภาพหัวใจและปอดสูงสุด จากข้อมูลที่กล่าวมา ทำให้เราทราบถึงความสำคัญของการปรับความสูงกล่องให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ที่ทำการทดสอบ แต่ในประเทศไทยยังไม่เคยมีการทดสอบในนักกีฬาบาสเกตบอลว่าความสูงของกล่องที่ได้จากมุมใดเหมาะสมที่จะนำมาทดสอบที่สุด

2. จังหวะในการก้าว (Tempo of Test) ในปี ค.ศ. 1970 Golding L. A., The National Young Men's Christian Association [13] ได้ทำการปรับเปลี่ยนจังหวะในการก้าวเป็น 24 รอบต่อนาที โดยได้ทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ได้ระดับความสัมพันธ์ที่สูงมาก (r = 0.90) และได้เปลี่ยนชื่อจาก The Kasch Three Minute Step Test เป็น YMCA Three Minute Step Test ต่อมา McArdle W. D. และคณะ (1972) [14] ได้ทำการพัฒนารูปแบบการทดสอบ Queen's College Step Test โดยกำหนดให้ก้าวขึ้นลงที่ 24 รอบต่อนาที สำหรับผู้ชาย และ 22 รอบต่อนาที สำหรับผู้หญิง ต่อมา Francis K. T. และ Culpepper M. I. (1989) [15] ได้ทำการทดสอบด้วยการปรับความสูงของกล่องตามความสูงเฉพาะบุคคลและทดสอบโดยจังหวะในการก้าวที่ต่างกัน คือ 22, 26 และ 30 รอบต่อนาที พบว่าค่า VO_2max ที่ได้จากจังหวะ 26 รอบต่อนาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า VO_2max ในระดับสูง (r = 0.80) ต่อมาในปี ค.ศ. 1990 Francis K. T. [16] ได้ทำการทดสอบโดยมีหลักในการปรับความสูงของกล่องโดยให้ความสูงของก้าวมุมของข้อต่อสะโพกทำมุม 73.3 องศา และในปี ค.ศ. 1991 Francis K. T. และ Feinstein R. [17] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากสมการดังกล่าวในเด็ก พบว่า จากการปรับความสูงของกล่องและจังหวะในการก้าวที่ 22 รอบต่อนาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ในระดับสูง (r = 0.81) Francis K. T. และ Brasher J. (1992) [18] ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากสมการดังกล่าวในผู้ชายพบว่า จากการปรับความสูงของกล่องและจังหวะในการก้าวที่ 26 และ 30 รอบต่อนาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ในระดับสูง (r = 0.81) โดยค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่นำมาใช้ในการคำนวณเป็นค่า Recovery Heart Rate ที่ 15 วินาที จะเห็นได้ว่า นอกจากจังหวะในการก้าวที่มีการเปลี่ยนแปลง ยังมีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการวัดค่า Recovery Heart Rate ที่นำมาใช้ในการคำนวณจาก 1 นาที เป็น 15 วินาที ทำให้มีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max อีกด้วย

3. ระยะเวลาในการทำการทดสอบ (Test Duration) การทดสอบ Step Test แต่ละวิธีมีระยะเวลาในการทดสอบที่แตกต่างกันออกไป เช่น Harvard Step Test มีระยะเวลาในการทดสอบ 5 นาที [19] , Three Minute Step Test (3MST) มีระยะเวลาในการทดสอบ 3 นาที [13], และ The Chester Step Test ที่ทำการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงกล่อง สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราเร็วเริ่มต้น 15 รอบต่อนาที และอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้นอีก 5 รอบต่อนาที ในทุกๆ 2 นาที จนกว่า ค่า Heart Rate

จะถึง 80% ของ Predicted Maximal Heart Rate หรือ เป็นระยะเวลา 10 นาทีติดต่อกัน [20] จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาสำหรับการทดสอบ Step Test ในแต่ละรูปแบบก็จะมีระยะเวลาที่ต่างกันออกไป

4. ระยะเวลาและวิธีการในการบันทึก (Recovery Heart Rate) ปัจจัยหลักที่ใช้ในการคำนวณค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Step Test คือ อัตราการเต้นของหัวใจซึ่ง Smothermon R. (1996) [21] ใช้การนับ Recovery Heart Rate หลังจากทดสอบเสร็จเป็นระยะเวลา 1 นาที เช่นเดียวกับ Three Minute Step Test [19] ในปี ค.ศ. 1999 Donahue J. M. [22] ได้ทำการทดสอบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบ Three Minute Step Test กับการทดสอบโดยจักรยานวัดงานด้วยความหนักสูงสุด พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง (r = 0.70) ต่อมา Santo A. และคณะ (2003) [23] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max โดยที่คำนวณจาก Heart Rate ที่วัดได้หลังจากการทดสอบเสร็จสิ้น 15 วินาที และ 1 นาที กับ VO_2max พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง VO_2max กับ Modified Three Minute Step Test (15 วินาที) มีความสัมพันธ์กันสูง (r = 0.73) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง VO_2max กับ Modified Three Minute Step Test (1นาที) มีความสัมพันธ์กันสูงเช่นกัน (r = 0.75) ดังนั้น วิธีการในการบันทึกค่า Recovery Heart Rate เป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งผลถึงความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบ Step Test อีกปัจจัยหนึ่ง

5. เพศ (Sex) และระดับสมรรถภาพ (Fitness Level) Chatterjee S. และคณะ (2004) [24] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบแม่นยำในการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยจักรยานวัดงาน (Muller's) กับ Queen's College Step Test (QCT) ในนักศึกษามหาวิทยาลัยที่เป็นผู้ชาย พบว่า QCT มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงมากเมื่อเทียบกับ VO_2max (r = 0.95 , $p < 0.001$) แต่ในปี ค.ศ. 2005 Chatterjee S. และคณะ [25] ได้ทำการศึกษาในผู้หญิง พบว่า ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดได้จากการทดสอบ QCT มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max คือ r = -0.83 , $p < 0.001$ จะเห็นได้ว่า วิธีการทดสอบวิธีเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างต่างเพศกัน ความแม่นยำในการทดสอบที่ได้ก็จะมีค่าต่างกันออกไปด้วย

การประมาณค่า VO_2max จากรูปแบบการทดสอบต่างๆ กันจะมีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max ที่ต่างกันไป ทางผู้วิจัยเองให้ความสนใจการทดสอบ Step Test เพราะอุปกรณ์ราคาถูก สามารถทำได้ง่าย แต่วิธีการทดสอบ Step Test รูปแบบใดจะสามารถนำมาใช้ทดสอบในนักกีฬาบาสเกตบอลของไทยได้อย่างแม่นยำมากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนารูปแบบการทดสอบ Step Test ที่สามารถประมาณค่า VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลของไทยได้ใกล้เคียงกับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analysis) มากที่สุด ซึ่งรูปแบบการทดสอบ Step Test รูปแบบใหม่จะต้องมีความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max สามารถทำการทดสอบได้ง่าย สะดวก ไม่จำเป็นต้องซื้อเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทดสอบราคาแพง สามารถดัดแปลงประยุกต์ใช้ได้ นำไปสู่การ

ปฏิบัติและนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง เพื่อประโยชน์ในการทดสอบสมรรถภาพ พัฒนาสมรรถภาพและคุณภาพของนักกีฬาบาสเกตบอลในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและสร้างรูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลง (Step Test) ที่สามารถทำนายค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยได้อย่างแม่นยำ ใกล้เคียงกับการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยวิธีวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analysis) มากที่สุด

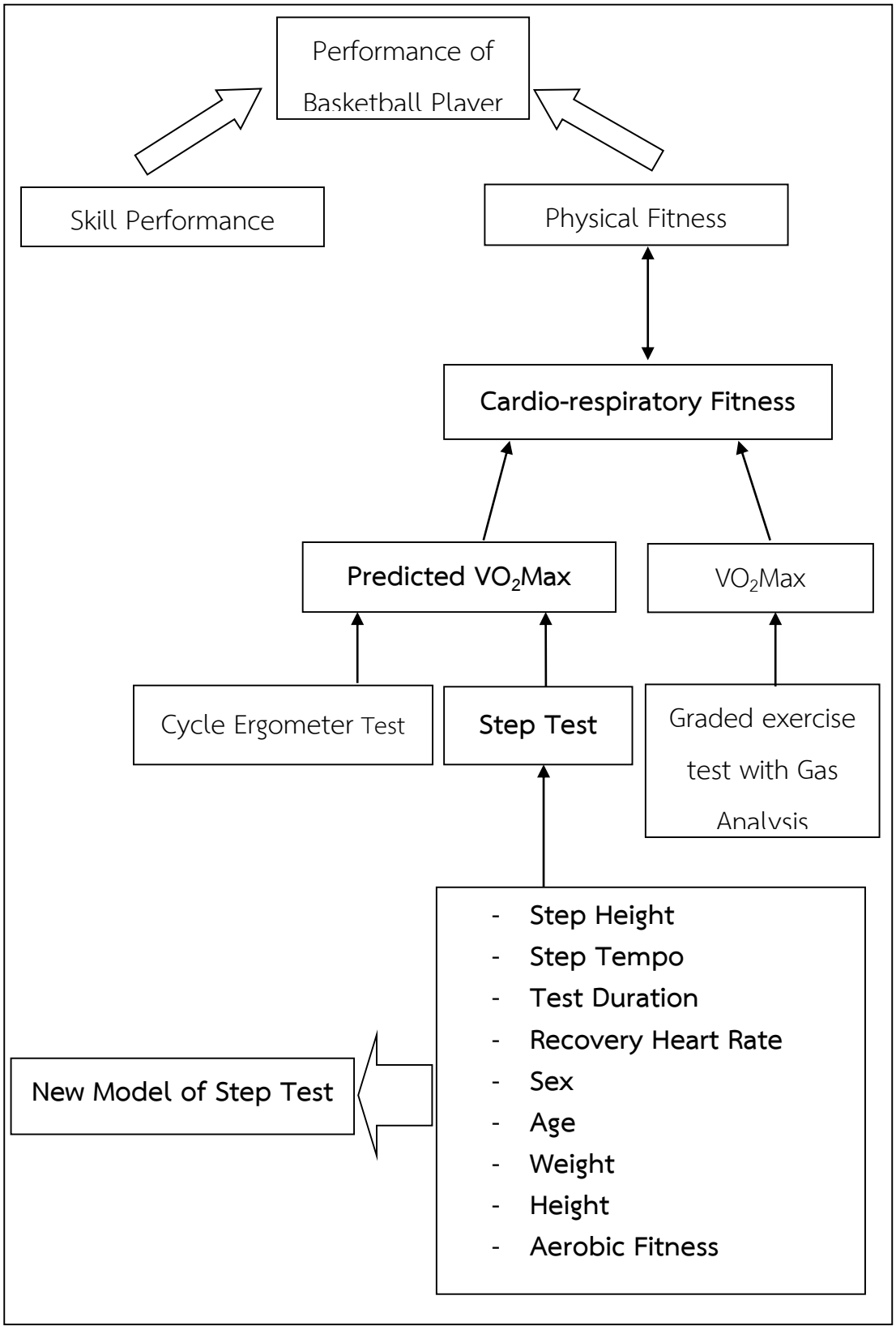
ปัญหาของการวิจัย

รูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด โดยการก้าวขึ้นลง (Step Test) รูปแบบใดที่สามารถทำนายค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยได้แม่นยำใกล้เคียงกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาถึงรูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลงของนักกีฬาบาสเกตบอลชาย เพื่อหารูปแบบการทดสอบการก้าวขึ้นลงรูปแบบที่นำมาประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบการก้าวขึ้นลง โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย

กรอบแนวความคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)



สมมติฐาน (Hypothesis)

ความแตกต่างในเรื่องความสูงของกล่อง จังหวะของการก้าว ระยะเวลาในการทดสอบ วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของนักกีฬาบาสเกตบอลชาย น่าจะมีผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด(VO_2max) โดยการก้าวขึ้นลง(Step Test)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและทดสอบเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้
2. ในการเก็บข้อมูลทุกครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจ

คำจำกัดความของคำในการวิจัย

สมรรถภาพหัวใจและปอด (Cardio respiratory Fitness) หมายถึง ระดับความสามารถในการทำงานของหัวใจ ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิต

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Uptake, VO_2max) หมายถึง อัตราการนำเอาออกซิเจนไปใช้ได้สูงที่สุดขณะออกกำลังกาย สามารถคำนวณได้จากสมการ VO_2max = Cardiac Output * A – VO_2 difference

อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Predicted Maximal Heart Rate) หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดต่อหนึ่งนาที สามารถคำนวณได้จาก สมการ Maximal Heart Rate = 220 - อายุ

การทดสอบการก้าวขึ้นลง (Step Test) หมายถึง วิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลง

รูปแบบในการทดสอบการก้าวขึ้นลง (Step Test Protocol) หมายถึง รูปแบบในการทดสอบการก้าวขึ้นลงที่มีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป โดยมีปัจจัยในการปรับเปลี่ยนรูปแบบในการทดสอบคือ ความสูงของกล่องที่ใช้ในการทดสอบ จังหวะของการก้าว และระยะเวลาในการทำการทดสอบ

การปรับความสูงของกล่อง (Incremental Height Step Box) หมายถึง วิธีการในการปรับความสูงของกล่อง เพื่อให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ทำการทดสอบการก้าวขึ้นลง งานวิจัยครั้งนี้มีความสูงที่กำหนด 3 ความสูง คือ ความสูงกล่องที่ 30 เซนติเมตร ความสูงของกล่องที่ปรับให้เท่ากับความสูงขณะที่ก้าวขาขึ้นยืนแล้วข้อต่อสะโพกทำมุม 73° และความสูงของกล่องที่ปรับให้ความสูงในการก้าวมุมข้อเข่าทำมุมเท่ากับ 90°

จังหวะของการก้าว (Step tempo) คือจังหวะในการก้าวขึ้นลงกล่องประกอบด้วย 4 ก้าว ก้าวเท้าข้างที่ถนัดขึ้นก่อน ก้าวเท้าอีกข้างตามขึ้นไปยืน ก้าวเท้าข้างที่ถนัดลงก่อน ก้าวเท้าอีกข้างลงมายืน

นับเป็น 1 รอบ เช่น ความเร็วของจังหวะการก้าว 24 รอบต่อนาที หมายถึงอัตราการก้าว 96 ครั้งต่อนาที

ระยะเวลาในการทดสอบ (Test Duration) คือระยะเวลาในการทำการทดสอบโดยเริ่มจับเวลาที่ก้าวแรกที่ก้าวข้างที่ถนัดขึ้นไปและทำการทดสอบต่อเนื่องจนครบระยะเวลาที่กำหนด

กีฬาบาสเกตบอล (Basketball) หมายถึง กีฬาชนิดหนึ่ง ผู้เล่นแบ่งเป็นฝ่ายละ 5 คน ผู้เล่นแต่ละฝ่ายต้องพยายามโยนลูกบอลลงในห่วงตาข่ายของฝ่ายตรงข้าม นับคะแนนทุกครั้งที่โยนลูกลงห่วงได้

นักกีฬาบาสเกตบอลชาย (Male Basketball Player) คือนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ตัวแทนมหาวิทยาลัยที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้ายในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยครั้งที่ 40 (พลบดีเกมส์) ปี พ.ศ. 2556

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ทำให้ประเทศไทยมีวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise Test) ที่สามารถประมาณค่า VO_2max ได้แม่นยำ สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทย
2. เป็นข้อมูลในการเลือกวิธีการและดัชนีชี้วัดสมรรถภาพหัวใจและปอดที่เหมาะสมกับการตรวจประเมินในนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทยมากที่สุด
3. เป็นข้อมูลหรือวิธีการต้นแบบที่เป็นมาตรฐานในการนำไปสู่การปฏิบัติในระดับชุมชนต่อไป
4. เป็นวิธีการสร้างแรงจูงใจ ให้นักกีฬาทราบระดับสมรรถภาพของตน และพัฒนาให้มีสมรรถภาพร่างกายที่ดีขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มประโยชน์ต่อตนเอง ต่อการแข่งขัน และต่อประเทศมากยิ่งขึ้น
5. เป็นข้อมูลในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กีฬาบาสเกตบอล
2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
3. วิธีการทดสอบหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
   - 3.1 การวิเคราะห์ก๊าซ
   - 3.2 การประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด
4. วิธีการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน
5. วิธีการทดสอบโดยการเดินหรือวิ่ง
6. วิธีการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง
   - 6.1 ความสูงของกล่อง
   - 6.2 จังหวะของการก้าว
   - 6.3 ระยะเวลาในการทำการทดสอบ
7. Recovery Heart Rate
   - 7.1 วิธีวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
   - 7.2 ความแม่นยำในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
8. เพศ (sex) และระดับสมรรถภาพ (Fitness Level)
9. วิธีการทดสอบ VO_2max ที่นิยมใช้ทดสอบนักกีฬาบาสเกตบอล
10. การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย
    - 10.1 การฟื้นตัวของพลังงานหลังจากการออกกำลังกาย
    - 10.2 การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการออกกำลังกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กีฬาบาสเกตบอล เป็นกีฬาประเภททีมชนิดหนึ่ง ที่ผู้เล่นแบ่งเป็น 2 ฝ่าย ฝ่ายละ 5 คน พยายามโยนลูกบาสเกตบอลลงในห่วงตาข่ายของฝ่ายตรงข้ามเพื่อทำคะแนน กีฬาชนิดนี้ผู้เล่นมีการเคลื่อนที่เพื่อเป็นฝ่ายรุกและฝ่ายรับเกือบตลอดทั้งเกมการแข่งขัน Foss M. L. and Keteyian S. (1998) [26] ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการใช้ระบบพลังงานของนักกีฬาบาสเกตบอลไว้ว่า “กีฬาบาสเกตบอลมีความต้องการใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกประมาณ 60% และใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกประมาณ 40%” Scalan A. T.และคณะ (2012) [27] ได้สรุปไว้ว่า “กีฬาบาสเกตบอลนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการเคลื่อนที่เกือบตลอดเกมการเล่นและการแข่งขันดังนั้น จึงเป็นกีฬาที่ต้องการใช้ระบบพลังงานที่มีประสิทธิภาพ ทั้งระบบพลังงานแบบแอโรบิกและระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก” ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบพลังงานแบบแอโรบิกที่ดีที่สุดคือ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า “สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) นั้นเป็นตัวชี้วัดระดับสมรรถภาพหัวใจและปอด (Cardio-respiratory Fitness) ที่ดีที่สุด” [3] ในสหรัฐอเมริกา Steven Chen “ได้ให้ข้อมูลพื้นฐานลักษณะเฉพาะของนักกีฬาบาสเกตบอล (General Physiological Characteristics) ไว้ว่า VO_2max = 50-65 ml/kg/min, เปอร์เซ็นต์ไขมัน 8-15% และ ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก 60-75%” [28] จะเห็นได้ว่าค่า VO_2max ที่สูง หมายถึงร่างกายมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้ดี ทำให้ทำงาน ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดอาการเหนื่อยและล้าช้าลง

นักกีฬาจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบค่า VO_2max “เพื่อช่วยให้ผู้ฝึกสอนทราบถึงระดับสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการฝึกซ้อม เป็นการเตรียมความพร้อมของนักกีฬาก่อนการแข่งขัน และช่วยให้ผู้ฝึกสอนได้ทราบถึงประสิทธิผลของโปรแกรมการฝึกที่ได้ให้แก่นักกีฬา ว่ามีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามากน้อยเพียงใด โดยเปรียบเทียบจากค่า VO_2max ที่ได้ก่อนและหลังจากการเข้าโปรแกรมการฝึก”[29]

วิธีการทดสอบหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนโดยตรง (Gas Analysis) ขณะออกกำลังกายความหนักสูงสุด (Maximal Exercise Test) และการประมาณค่า VO_2max โดยการทดสอบออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise Test)

1. การวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analysis) เป็นการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในการหายใจต่อหน่วยเวลาขณะออกกำลังกายเต็มที่ เรียกการวัดนี้ว่า Maximal Oxygen Uptake Test

(VO_2max Test) โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Graded Exercise Test (GXT) เป็นการทดสอบที่แบ่งความหนักเป็นหลายระดับ โดยเริ่มที่ระดับความหนักที่น้อย แล้วจึงเพิ่มความหนักขึ้นเรื่อยๆ ควบคู่กับการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน (Gas Analysis) สำหรับวิธีการทดสอบ VO_2max Test นั้นได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัย เปรียบเทียบระหว่างวิธีการทดสอบ VO_2max โดยลู่วิ่งกลกับจักรยาน ดังนี้

Hermansen L. และคณะ (1969) [30] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่า VO_2max ที่วัดได้จากการทดสอบโดยใช้ลู่วิ่งกล (Modified Procedure Originally Described by Taylor et al.) เทียบกับจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle VO_2max Test) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 55 คน พบว่าค่า VO_2max ที่วัดได้จากการวิ่งบนลู่วิ่งกลมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จากจักรยานวัดงาน เช่นเดียวกับ Pollock M. L. และคณะ (1982) [31] ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบ Maximal Graded Exercise Test ที่แตกต่างกัน 3 วิธี ในผู้หญิงที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 49 คน เพื่อดูผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบโดยวิธี Bruce Treadmill Protocol, Balke Treadmill Protocol และ A Bicycle Protocol พบว่าค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบโดยการวิ่งบนลู่วิ่งกลทั้ง 2 วิธี มีค่า VO_2max สูงกว่าค่า VO_2max ที่วัดได้จากการทดสอบจักรยานวัดงานเช่นกัน

จะเห็นได้ว่า การหาค่า VO_2max โดยการใช้จักรยานวัดงานจะได้ค่าที่น้อยกว่า การวิ่งบนลู่วิ่งกล ทั้งนี้เป็นเพราะการวิ่งบนลู่วิ่งกล ร่างกายต้องใช้กล้ามเนื้อเกือบทุกส่วนในการออกกำลัง ในขณะที่การปั่นจักรยานกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็นกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่าง ดังนั้น ถ้าต้องการทราบค่า VO_2max ที่สูงที่สุดที่ร่างกายใช้ขณะออกกำลังกายความหนักสูงสุด ควรจะทำการวัดโดยการวิ่งบนลู่วิ่งกล ซึ่งถือว่าเป็น Gold Standard แต่วิธีการในการวัด VO_2max โดยลู่วิ่งกล มีวิธีการหลายวิธี และได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัย ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1994 Trabulo M. และคณะ [32] ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ, ความดันโลหิต เปรียบเทียบกันระหว่างการวัด VO_2max โดย Bruce Treadmill Protocol กับ Modified Bruce Treadmill Protocol พบว่า Bruce Treadmill Protocol มีผลต่อ Physiologic Stress มากกว่า Modified Bruce Treadmill Protocol ดังนั้น Trabulo M. ได้กล่าวไว้ว่า Bruce Treadmill Protocol เหมาะสำหรับการวัด VO_2max ในกลุ่มประชากรที่มีสมรรถภาพร่างกายที่ดี สำหรับ Modified Bruce Treadmill Protocol เหมาะสำหรับการวัด VO_2max ในกลุ่มประชากรที่มีสมรรถภาพร่างกายปานกลาง หรือมีสมรรถภาพที่ไม่ดี Michael B. S. และคณะ(2001) [33] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำ และความเหมาะสมในการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่าง The Standardized Bruce Protocol กับ The Arizona State University Protocol (ASU) ในนักศึกษาระดับวิทยาลัยจำนวน 32 คน ผู้ชาย 16 คน ผู้หญิง 16 คน อายุ 21 $\pm$ 2.5 ปี พบว่า ผลในการประมาณค่า VO_2max ของทั้งสองวิธีให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

(Bruce: r = 0.91, SEE = 3.61 ml $kg^{-1}min^{-1}$, total error = 3.72 ml $kg^{-1}min^{-1}$; ASU: r = 0.91, SEE = 3.13 ml $kg^{-1}min^{-1}$, total error = 3.15 ml $kg^{-1}min^{-1}$) และรายงานผลค่า Correlations อยู่ในระดับสูงมากทั้ง 2 protocol นอกจากนี้ Gursel Y. และคณะ(2004) [34] ได้ทำการทดสอบได้มีการทดสอบหาวิธีการที่เหมาะสมในการหาค่า VO_2max ในเด็กชาวตุรกีมากที่สุด จากหลายวิธีการทดสอบเช่น Bruce, Modified Bruce, Naughton และ Oslo จากการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการหาค่า VO_2max ในเด็กชาวตุรกี คือ Bruce Protocol

สรุป วิธีการหาค่า VO_2max มีมากมายหลาย Protocol แต่ละ Protocol ก็จะมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน และมีความแม่นยำมากน้อยแตกต่างกันออกไป สำหรับการทดสอบ VO_2max ในนักกีฬานั้น Protocol ที่นิยมใช้และได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ Bruce Treadmill Protocol เพราะ Bruce Treadmill Protocol เหมาะสำหรับการวัด VO_2max ในกลุ่มประชากรที่มีสมรรถภาพร่างกายที่ดี หรือนักกีฬา แต่อย่างไรก็ดีการทดสอบ Maximal Exercise Test นั้นมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ได้แก่ การทดสอบที่ซับซ้อน ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ และเครื่องมืออุปกรณ์มีราคาแพง ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ทดสอบ และปฏิบัติได้โดยทั่วไป [3]

2. การประมาณค่าออกซิเจนสูงสุดโดยการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise Test) ใช้การประมาณค่า VO_2max โดยอาศัยหลักของความสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate กับ VO_2 ในขณะออกกำลังกาย หรืออัตรา Recovery Heart Rate หลังจากการออกกำลังกาย เพื่อนำค่า Heart Rate มาทำนายค่า VO_2max ซึ่งการประมาณค่าสมรรถภาพออกซิเจนสูงสุดโดยการออกกำลังกายความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise Test) มีหลายวิธีสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

วิธีการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Cycle Ergometer Test) ใช้การประมาณค่า VO_2max โดยอาศัยหลักของหลักความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงระหว่าง Heart Rate กับ VO_2 และ VO_2 กับ งาน (Work Rate) ในขณะออกกำลังกาย เพื่อนำมาทำนายค่า VO_2max มีผู้ทำการศึกษาวิจัยไว้หลากหลายวิธี ดังนี้

Åstrand P. O. และคณะ (1954) [35] ได้ทำการศึกษาวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยจักรยานวัดงานวิธี Astrand-Ryhming Protocol ในประชากรกลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 18-30 ปี โดยได้ใช้ Nomogram ของ Astrand-Ryhming และตารางเปรียบเทียบค่า VO_2max จาก Heart Rate ที่วัดได้จากการปั่นจักรยานที่ระดับความหนักที่กำหนด ด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 6 นาทีติดต่อกัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1981 Cink R. E.และคณะ [36] ได้ทำการศึกษาความแม่นยำของ Astrand-Ryhming Nomogram ในการประมาณค่า VO_2max พบว่า ค่า VO_2max ที่ได้

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max สูง (r = 0.83) ในปี 2001 Macsween A. และคณะ [37] ได้ทำการศึกษาความแม่นยำของ Astrand-Ryhming Nomogram ในการประมาณค่า VO_2max เช่นกัน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน และ Intraclass Correlation Coefficient = 0.9433 แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันสูงมาก

จะเห็นได้ว่า การทดสอบ Astrand-Ryhming Cycle Test เป็นวิธีการประมาณค่า VO_2max ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีที่สามารถประมาณค่า VO_2max ได้ใกล้เคียงกับการทดสอบการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยการวิเคราะห์ก๊าซมาก และได้รับการยอมรับกันโดยทั่วไป จนการกีฬาแห่งประเทศไทย นำมาใช้เป็น Protocol สำหรับทดสอบเพื่อประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาตัวแทนทีมชาติไทย อย่างไรก็ดี การทดสอบ Astrand-Ryhming Cycle Test ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เช่น จำเป็นต้องใช้จักรยานวัดงานที่สามารถปรับ Work Load ได้ ไม่สามารถนำไปใช้ทดสอบภาคสนามได้ ต้องทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดสอบโดยการเดินหรือวิ่ง (Walk/Run Test) อาศัยหลักการประมาณค่า VO_2max จากความสามารถในการเดินหรือวิ่ง โดยต้องทำการเดินหรือวิ่งให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือให้ได้ระยะทางมากที่สุดที่สามารถทำได้ ซึ่งมีผู้ทำการศึกษาวิจัยกันหลากหลายวิธี เช่น Dorociak J. J. และคณะ(1981) [38] ได้ทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากการวิ่ง 4, 8 และ 12 นาที พบว่า การวิ่ง 12 นาที (Cooper Test) มีความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max มากที่สุด และมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max สูง (r = 0.89) ในปี ค.ศ. 1987 Greg M. และคณะ [39] ได้ทำการศึกษาความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากการเดินระยะทาง 1 ไมล์ (One Mile Walk Test) พบว่า มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการประมาณค่า VO_2max สูง (r = 0.92) Grant S. และคณะ (1995) [40] ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการในการประมาณค่า VO_2max จาก Cooper Test, Multistage Shuttle Run Test และ Sub-maximal Cycle Ergometer Test พบว่า VO_2max ที่คำนวณได้จาก Cooper Test มีความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max มากที่สุด ในปี ค.ศ. 2007 Marko D. S. และคณะ [41] ได้ทำการศึกษาความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลจำนวน 26 คน โดยการทดสอบ 20 m Multistage Shuttle Run Test พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย อยู่ระดับปานกลาง (r^2 = 0.648)

จากรูปแบบการทดสอบโดยการเดินหรือวิ่ง (Walk/Run Test) ที่กล่าวมา เห็นได้ว่า มีรูปแบบการทดสอบที่หลากหลาย และมีความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max ที่แตกต่างกันออกไป บางวิธีการทดสอบใช้ระยะเวลามาคำนวณค่า VO_2max และบางวิธีใช้ระยะทางในการคำนวณ ซึ่งถ้าเราต้องการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ปัจจัยสำคัญที่เราควรจะนำมาพิจารณา น่าจะเป็น

อัตราการเต้นของหัวใจ ดังนั้นรูปแบบการทดสอบโดยการเดินหรือวิ่ง (Walk/Run Test) นี้จึงมีความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max อยู่ในระดับต่ำกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการทดสอบอื่นๆ

วิธีการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง (Step Test) อาศัยหลักความสัมพันธ์ของอัตรา Recovery Heart Rate หลังออกกำลังกายที่ระดับความหนักที่กำหนด Steady Stage เพื่อนำค่า Recovery Heart Rate ที่ได้มาทำนายค่า VO_2max ซึ่งการทดสอบ Step Test รูปแบบแรกที่เกิดขึ้นคือ Harvard Step Test เป็นวิธีการทดสอบที่ก้าวขึ้นลงกล่อง สูง 50 เซนติเมตร ที่อัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน แต่ Taddonio D. A. และคณะ (1951) [5] ได้กล่าวถึงการทดสอบ Harvard Step Test ว่ามักทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อรอบหัวเข่า ต่อมาในปี ค.ศ. 1964 Devries H. A. และคณะ [6] ได้ทำการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Harvard Step Test กับ VO_2max มีค่าเท่ากับ 0.77 การทดสอบ Harvard Step Test จะเกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อมาก ผู้ทำการทดสอบมักทำการทดสอบได้ไม่ครบตามกำหนดเวลา 5 นาที เพราะการทดสอบ Harvard Step Test ใช้เวลาในการทำการทดสอบนาน และยังมีอัตราเร็วในการก้าวสูงกว่าการทดสอบ Step Test รูปแบบอื่นๆ ทำให้มีการพัฒนารูปแบบการทดสอบ Step Test รูปแบบอื่นๆขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดระดับความหนักในการทดสอบ Step Test ดังนี้

1. ความสูงของกล่อง (Step Height) มีผู้ทำการศึกษาวิจัย ดังนี้ Ryhming I. (1954) [7] ได้ทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทดสอบ Harvard Step Test โดยกำหนดให้ เพศชาย ก้าวขึ้นลงกล่อง สูง 40 เซนติเมตร และเพศหญิง ก้าวขึ้นลงกล่อง สูง 33 เซนติเมตร ที่อัตราเร็ว 22.5 รอบต่อนาที เพื่อใช้ในการประเมินระดับสมรรถภาพทางกาย ต่อมา. Shephard R. J. (1966) [8] ได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงในการทดสอบ Step Test โดยใช้ความสูงของกล่องอยู่ในช่วง 9-18 นิ้ว (22.86-45.72 เซนติเมตร) ตามความถนัดของผู้ทำการทดสอบ ในปี ค.ศ. 1971 Shinno N. [9] ได้ให้คำแนะนำว่ามุมที่เหมาะสมที่สุดในการก้าวขึ้นลงตามหลักสรีรศาสตร์ คือความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วหัวเข่าทำมุม 90 องศา จะทำให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่า น้อยที่สุด Siconolfi S. F. และคณะ (1985) [10] ได้ทำการปรับเปลี่ยนความสูงในการทดสอบ Step Test โดยใช้ความสูง 10 นิ้ว (25.4 เซนติเมตร) พบว่าค่า VO_2max ที่ได้ จะมีค่าสูงกว่าค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบความหนักสูงสุดด้วยจักรยานถึง 10% ต่อมาในปี ค.ศ. 1987 Culpepper M. I. และคณะ [11] ทำการศึกษาวิจัยโดยการปรับความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วมุมของข้อต่อสะโพกเป็น 65, 73, 82 และ 90 องศา พบว่า การปรับความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วมุมข้อต่อสะโพกที่มุม 73.3 องศา เป็นมุมที่สามารถทำให้ทำนายค่า VO_2max ได้ใกล้เคียงกับค่า VO_2max จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด แต่ Mahdieh M. S. และคณะ (2011) [12] ได้อ้างถึงมุมของข้อเข่าที่เหมาะสม ในการปรับความสูงของกล่องในการทดสอบ Step

Test ว่าความสูงที่เหมาะสมที่สุดคือความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วทำให้มุมที่เข่า 90 องศา เพราะเป็นมุมที่เหมาะสมตามหลักสรีรศาสตร์ และเกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่าได้น้อยที่สุด ทำให้สามารถทำการทดสอบได้ถึงสมรรถภาพหัวใจและปอดสูงสุด

จากข้อมูลที่กล่าวมา ทำให้เราทราบถึงความสำคัญของการปรับความสูงของกล่องให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ที่ทำการทดสอบ เพื่อให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อรอบๆ หัวเข่าให้น้อยที่สุด ทำให้ผู้ทำการทดสอบสามารถทำการทดสอบได้ครบตามระยะเวลาที่กำหนด มุมที่นำมาใช้ในการปรับความสูงของกล่องที่น่าสนใจ คือการปรับความสูงของก้าวโดยให้มุมข้อต่อสะโพกที่ 73 องศา และการปรับความสูงของกล่องที่ก้าวแล้วข้อเข่าทำมุม 90 องศา เพราะยังไม่เคยมีการทำการทดสอบในนักกีฬาบาสเกตบอล ว่ามุมในการก้าวมุมใด ที่นำมาทดสอบในนักกีฬาบาสเกตบอลได้อย่างเหมาะสมที่สุด

2. จังหวะของการก้าว (Step Tempo) จากการทดสอบ Step Test รูปแบบแรก Harvard Step Test ที่มีจังหวะในการก้าว 30 รอบต่อนาที ได้มีการปรับเปลี่ยนจังหวะในการก้าวต่างๆ ดังนี้ ในปี ค.ศ. 1970 Golding L. A., The National Young Men's Christian Association [13] ได้ทำการปรับเปลี่ยนสมการในการคำนวณ VO_2max จากการทดสอบ The Kasch Three Minute Step Test ที่กำหนดจังหวะในการก้าว 24 รอบต่อนาที โดยได้ทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ได้ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงกว่าสมการเดิม (r = 0.90) และได้เปลี่ยนชื่อจาก The Kasch Three Minute Step Test เป็น YMCA Three Minute Step Test ต่อมา McArdle W. D. และคณะ (1972) [14] ได้ทำการพัฒนารูปแบบการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง Queen's College Step Test โดยกำหนดให้ก้าวขึ้นลงกล่องสูง 41.3 เซนติเมตร ที่อัตราเร็ว 24 รอบต่อนาที สำหรับผู้ชาย และอัตราเร็ว 22 รอบต่อนาที สำหรับผู้หญิง เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน พบว่าค่า VO_2max ที่ได้จากการประมาณค่าที่ได้จากสมการ

$$VO_2\text{max (ml/kg/min)}=65.81-[0.1847*\text{recovery heart rate}]$$

ค่า VO_2max ที่ได้ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า VO_2max จากการทดสอบความหนักสูงสุดโดยการวิ่งบนลู่วิ่งกลระดับปานกลาง (r = -0.75) จะเห็นได้ว่า Queen's College Step Test มิได้เปลี่ยนเฉพาะความสูงและจังหวะในการก้าวเท่านั้นยังมีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการทดสอบอีกด้วย

Francis K และ Culpepper M. I. (1989) [15] ได้ทำการทดสอบในผู้หญิงจำนวน 17 คน ด้วยการปรับความสูงของกล่อง ตามความสูงเฉพาะบุคคลและทดสอบโดยจังหวะของการก้าวที่ต่างกัน คือ 22, 26 และ 30 รอบต่อนาที พบว่าค่า VO_2max ที่ได้จากจังหวะ 26 รอบต่อนาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า VO_2max ในระดับสูง (r = 0.80) ในปี ค.ศ. 1990 Francis K. T. [16] ได้ทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างโดยมีหลักในการปรับความสูงของกล่องโดยให้มุมของข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศา โดยคำนวณจากสมการ

$$H_f = (L_f * I_h) * 0.7162$$

กำหนดให้ H_f เท่ากับ ความสูงของกล่อง

I_h เท่ากับ ความสูงของผู้ต้องการทดสอบ

L_f เท่ากับ ค่าอัตราส่วนของความยาวกระดูกต้นขาต่อความสูง

(อัตราส่วนดังกล่าวได้กำหนดไว้ในตารางของ Francis K. T.)

ในปี ค.ศ. 1991 Francis K. T. และ Feinstein R. [17] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากสมการดังกล่าวในเด็ก พบว่าจากความสูงที่ปรับและจังหวะในการก้าวที่ 22 รอบต่อนาทีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ในระดับสูง (r = 0.81) Francis K. T. และ Brasher J. (1992) [18] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากสมการดังกล่าวในผู้ชายพบว่า จากความสูงและจังหวะของการก้าวที่ 26 และ 30 รอบต่อนาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ในระดับสูง (r = 0.81) โดยค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่นำมาใช้ในการคำนวณเป็นค่า Recovery Heart Rate ที่ 15 วินาที จะเห็นได้ว่ามีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการวัดค่า Recovery Heart Rate ที่นำมาใช้ในการคำนวณจาก 1 นาที เป็น 15 วินาที

3. ระยะเวลาในการทำการทดสอบ (Test Duration) การทดสอบ Step Test แต่ละรูปแบบมีระยะเวลาในการทดสอบที่แตกต่างกันออกไป เช่น Harvard Step Test ที่มีระยะเวลาในการทดสอบ 5 นาที [19] Three Minute Step Test ที่มีระยะเวลาในการทดสอบ 3 นาที [13] และ The Chester Step Test ที่ทำการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงกล่อง สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราเร็วเริ่มต้น 15 รอบต่อนาที และอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้นอีก 5 รอบต่อนาที ในทุกๆ 2 นาที จนกว่า Heart Rate จะถึง 80% ของ Predicted Maximal Heart Rate หรือ เป็นระยะเวลา 10 นาทีติดต่อกัน [20] จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาสำหรับการทำการทดสอบ Step Test ในแต่ละรูปแบบก็จะมีระยะเวลาที่ใช้ทดสอบต่างกันออกไป

อัตราการเต้นของหัวใจ ระยะฟื้นตัวหลังออกกำลังกาย (Recovery Heart Rate)

การกลับสู่ปกติของอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากออกกำลังกาย ขึ้นอยู่กับระดับสมรรถภาพหัวใจและปอด K. C. Darr และคณะ (1988)[42] ทำการทดสอบโดยจักรยานวัดงานจนกระทั่งถึง VO_2 peak ในเพศชาย 20 คน โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ, กลุ่มผู้ที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย, กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายเป็นประจำ และกลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย พบว่าในกลุ่มผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะมีอัตราการลดลงของ Recovery Heart Rate เร็วกว่ากลุ่มผู้ที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย ทั้งในกลุ่มผู้สูงอายุและวัยทำงาน เช่นเดียวกับ Kadoya M. และคณะ

(2010) [43] ที่ทำการทดสอบในเพศชาย 10 คน โดยการทดสอบด้วยจักรยานวัดงานที่ความหนัก 50W และ 100W พบว่าในกลุ่มที่มี VO_2max สูง (mean 54.5±4.1 ml/kg/min) จะมีอัตราการลดลงของ Recovery Heart Rate มากกว่ากลุ่มที่มี VO_2max ต่ำ (mean 42.2±3.7 ml/kg/min)

ระยะเวลาและวิธีการในการบันทึก Recovery Heart Rate ปัจจัยหลักที่ใช้ในการคำนวณค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Step Test คือ Heart Rate ซึ่งระยะเวลาและวิธีการบันทึกที่ต่างกันทำให้ค่า VO_2max ที่คำนวณได้มีความแตกต่างกัน เช่น Smothermon R. (1996) [21] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยลู่วิ่งกล (Robinson Protocol) กับ The Kasch Three Minute Step Test โดยใช้การนับอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากออกกำลังกายเสร็จเป็นระยะเวลา 1 นาทีในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 42 คน อายุระหว่าง 28-58 ปี พบว่า กับ The Kasch Three Minute Step Test มีความเที่ยงตรงแม่นยำและมีระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงเมื่อเทียบกับ VO_2max (r = 0.824 , p < 0.05) ซึ่งภายหลังเปลี่ยนเป็น Three Minute Step Test [19] ทำการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงกล่อง สูง 30 เซนติเมตร ที่อัตราเร็ว 24 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบที่ได้รับความนิยมและนำมาใช้ทดสอบมากที่สุด

ในปี ค.ศ. 1998 Donahue J. M. [22] ได้ทำการทดสอบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบ Three Minute Step Test เปรียบเทียบกับการทดสอบโดยจักรยานวัดงานด้วยความหนักสูงสุด พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง (r = 0.70) ต่อมา Santo A. และคณะ (2003) [23] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max ระหว่าง Modified Three Minute Step Test โดยคำนวณจาก Heart Rate ที่วัดได้หลังจากการทดสอบเสร็จสิ้นเป็นระยะเวลา 15 วินาที และ 1 นาที กับ VO_2max ที่ได้จากการวิ่งบนลู่วิ่งกล โดยเลือกความเร็วเอง และความชันเพิ่ม 2 % ทุกๆ 1 นาที ในกลุ่มตัวอย่างประชากร 60 คน อายุระหว่าง 18-55 ปี พบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง VO_2max กับ Modified Three Minute Step Test (15 วินาที) มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันสูง (r = 0.73) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง VO_2max กับ Modified Three Minute Step Test (1นาที) มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันสูงเช่นกัน (r = 0.75) นอกจากนี้ Francis K. T. และ Brasher J. (1992) [18] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากความสูงของการก้าวที่มุมข้อสะโพกเท่ากับ 73.3 องศาและจังหวะในการก้าวที่ 26 และ 30 รอบต่อนาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ VO_2max ในระดับสูง (r = 0.81) โดยค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่นำมาใช้ในการคำนวณเป็นค่า Recovery Heart Rate เป็นระยะเวลา 15 วินาที ดังนั้น วิธีการในการบันทึกค่า Recovery Heart Rate เป็นปัจจัยสำคัญ ที่ส่งผลถึงความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบ Step Test

1. วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การวัดอัตราการเต้นของหัวใจสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1.1 โดยการจับชีพจรหรือใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจ

การใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจ จะเป็นการนับความถี่ของการเต้นของหัวใจ เริ่มนับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบสะสมไปจนถึงระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งการนับอัตราการเต้นของหัวใจที่เป็น Recovery Heart Rate หลังจากการออกกำลังกายในช่วงแรกจะมีความถี่ของอัตราการเต้นของหัวใจที่สูง และค่อยๆ ลดลงตามลำดับ โดยผู้ที่มีสมรรถภาพหัวใจและปอดดี จะมีระยะเวลาที่อัตราการเต้นของหัวใจกลับสู่ระดับการเต้นของหัวใจขณะพัก เร็วกว่าผู้ที่มีสมรรถภาพหัวใจและปอดในเกณฑ์ต่ำกว่า [3]

1.2 โดยการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจทำโดยอาศัยการประมาณค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั้นๆ โดยประมาณจากค่าความถี่ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่ทำงานโดยการส่งต่อคลื่นไฟฟ้า ให้หัวใจบีบตัวและทำการสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจจะรับคลื่นความถี่ของคลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากหัวใจ มาประมวลค่าเป็นอัตราการเต้นของหัวใจเวลานั้นๆ

2. ความแม่นยำในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

2.1 ความแม่นยำในการวัดโดยการจับชีพจรหรือใช้หูฟังทางการแพทย์

ปี 1991 Richard W. และคณะ [44] ได้ทำการศึกษาความแม่นยำในการนับอัตราการเต้นของหัวใจในนักเรียน พบว่านักเรียนจาก 3 สถาบันที่ต่างกันมีความสามารถในการนับอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่างกัน ถ้านับระยะสั้นเพียง 5 วินาที นักเรียนสามารถนับได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 10 วินาที ก็เกิดความผิดพลาดในการนับขึ้นมา ดังนั้น การนับอัตราการเต้นของหัวใจนั้นจำเป็นต้องอาศัยความชำนาญและถ้ายิ่งเป็นการนับด้วยระยะเวลานานขึ้นก็จะสามารถเกิดข้อผิดพลาดได้สูงขึ้น

2.2 ความแม่นยำในการวัดโดยการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ปี1990 Seaward B. L. และคณะ [45] ได้ทำการศึกษาถึงความแม่นยำในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ประดิษฐ์ขึ้น (A portable telemeterized microprocessor) เทียบกับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดได้จากการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) พบว่าเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจมี

ความสามารถในการวัดได้ใกล้เคียงกับการวัด Heart Rate โดยใช้การวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นอันมาก (r = 0.998 – 0.999)

ในขณะที่ Goodie J. และคณะ (2000) [46] พบว่า เมื่อนำเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ รุ่น Vantage XL มาใช้ในการวัด Heart Rate เทียบกับการวัด Heart Rate โดยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก (r = 0.90)

จะเห็นได้ว่าความแม่นยำในการวัดของทั้ง 2 วิธี แตกต่างกัน การวัด Recovery Heart Rate โดยการจับชีพจรหรือการนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้หูฟังทางการแพทย์ต้องอาศัยความชำนาญ ในขณะที่การวัดโดยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ทำการรายงานผลโดยการคำนวณค่า Heart Rate ขณะช่วงเวลานั้นๆ จึงได้ค่า Heart Rate ที่แตกต่างกับ Heart Rate โดยการใช้หูฟังทางการแพทย์ ซึ่งอาศัยการนับความถี่สะสมของ Heart Rate ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบเวลาที่กำหนด

เพศ และระดับสมรรถภาพ Chatterjee S. และคณะ (2003) [24] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำในการวัด VO_2max สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยจักรยานวัดงาน (Muller's) กับ Queen's College Step Test (QCT) ในนักศึกษามหาวิทยาลัยที่เป็นผู้ชายจำนวน 30 คน พบว่า QCT มีความเที่ยงตรงแม่นยำและมีระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงเมื่อเทียบกับ VO_2max (r = 0.95 , p < 0.001) แต่ในปี ค.ศ. 2005 Chatterjee S. และคณะ[25] ได้ทำการศึกษาในนักศึกษามหาวิทยาลัยที่เป็นผู้หญิงจำนวน 40 คน พบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดได้จากการทดสอบ QCT ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อเทียบกับ VO_2max คือ r = -0.83 , p < 0.001 จะเห็นได้ว่าวิธีการทดสอบวิธีเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างต่างเพศกัน ความแม่นยำในการทดสอบที่ได้ก็จะมีค่าต่างกันออกไปด้วย

ปัจจัยในการปรับรูปแบบการทดสอบ Step Test แบบต่างๆ ดังนี้

- การปรับความสูงของกล่องให้เหมาะสมตามหลักสรีรศาสตร์ ไม่ทำให้เกิดอาการล้าที่กล้ามเนื้อรอบๆ ข้อเข่ามากเกินไป คือการปรับความสูงของก้าวโดยให้มุมข้อต่อสะโพกเท่ากับ 73 องศา และมุมของข้อเข่าเท่ากับ 90 องศา
- การปรับจังหวะในการก้าว จะเห็นได้ว่ามีการกำหนดจังหวะในการก้าว หลายจังหวะ เช่น 22, 24, 26 และ 30 รอบต่อนาที

- การปรับระยะเวลาในการทำการทดสอบ พบว่ามักใช้เวลาในการทดสอบที่ 3 และ 5 นาที หรือทดสอบจนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ประมาณ 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (80% Predicted Maximal Hearts Rate)
- นอกจากนี้ยังมีการปรับรูปแบบโดยการผสมผสานปัจจัยต่างๆร่วมกัน เช่น ปรับจังหวะและความสูง, ปรับจังหวะและเวลา, ปรับความสูงและเวลา หรือปรับหลายปัจจัยร่วมกัน

วิธีการทดสอบ VO_2max ที่นิยมใช้ทดสอบนักกีฬาบาสเกตบอล การทดสอบ VO_2max ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากที่สุดคือการวัด VO_2max โดยวิธีวิเคราะห์ก๊าซ แต่วิธีการนี้มีความยุ่งยาก ซับซ้อน จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ ต้องทดสอบในห้องปฏิบัติการและมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการกีฬาแห่งประเทศไทยจึงใช้การทดสอบ VO_2max โดยจักรยานวัดงาน ใช้วิธีทดสอบแบบ Astrand Cycle Test ในการประมาณค่า VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลของไทย

ในปี 2008 Carlo C. และคณะ [47] ได้ทำการทดสอบ VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลโดยการวิ่ง Yo Yo Intermittent Recovery Test level 1. พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง (r = 0.77)

ในขณะที่ Bryan D. B. และคณะ (2011) [48] ได้ทำการทดสอบ VO_2max ในนักกีฬาชนิดต่างๆ รวมทั้งนักกีฬาบาสเกตบอลด้วยการทดสอบการก้าวขึ้นลงความหนักต่ำกว่าสูงสุด Modified Harvard Step Test เมื่อนำมาทำการทดสอบจำนวน 4 ครั้ง พบว่าการทดสอบ Modified Harvard Step Test มีค่า Intraclass Correlations ที่ระดับปานกลาง (r = 0.63)

จะเห็นได้ว่าปัจจุบันวิธีการทดสอบ VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลมีหลายวิธีทั้งการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน การทดสอบโดยการวิ่งระยะและรูปแบบต่างๆ และการทดสอบ Step Test

การฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย

1. การฟื้นตัวของพลังงานหลังจากการออกกำลังกาย

ในปี 1981 Fox E. L. และคณะ [49] ได้กล่าวว่า พลังงาน ATP-Pcr ที่ถูกใช้ไปขณะออกกำลังกายจะถูกสร้างใหม่ภายใน 2-3 นาที จะสร้างทดแทนได้ร้อยละ 90 ภายใน 4 นาที เมื่อมีการพักมากกว่า 5 นาที ATP จะสร้างได้ 100%

Robergs R. A. and Keteyian S. J. (2003) [50] กล่าวว่าการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการเคลื่อนย้ายกรดแลกติกและการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ซึ่งระยะเวลาในการฟื้นตัวขึ้นอยู่กับเวลาและความหนักในการออกกำลังกาย

M. Glaister และคณะ (2014) [51] ได้ทำการทดสอบในนักกีฬาชายจำนวน 16 คน ด้วยการทดสอบ Wingate Test พบว่าหลังจากพัก 3 นาที Peak Power Output สามารถฟื้นฟูได้ถึง 80% และเมื่อผ่านไป 5 นาที Oxygen Uptake สามารถฟื้นฟูได้ถึง 90%

จะเห็นได้ว่าระยะเวลาของการฟื้นตัวของพลังงานหลังจากการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความหนักในการออกกำลังกายนั้นๆ การฟื้นตัวของระบบพลังงานเมื่อมีการพักมากกว่า 5 นาทีขึ้นไป การฟื้นตัวของระบบพลังงานสามารถฟื้นฟูได้เกือบ 100%

2. การฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการออกกำลังกาย

โดยปกติอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการออกกำลังกายควรจะกลับคืนสู่ระดับอัตราการเต้นของหัวใจก่อนการออกกำลังกายภายในระยะเวลา 5 นาที ในผู้ที่มีสมรรถภาพหัวใจและปอดดี

Cole C. R. และคณะ (1999) [52] กล่าวว่า อัตราเร็วในการฟื้นตัวของ Heart Rate ขึ้นอยู่กับระดับสมรรถภาพของหัวใจและปอด ถ้ามีสมรรถภาพหัวใจและปอดดีก็จะสามารถกลับคืนสู่อัตราการเต้นของหัวใจก่อนการออกกำลังกายได้เร็ว เช่นเดียวกับ Froelicher V. และ Myers J. (2006) [53] ที่ทำการศึกษาวิจัยในผู้ป่วยโรคหัวใจ 2,193 คน พบว่า ผู้ที่มีภาวะต่างๆ ของโรคหัวใจ จะมีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 22 ครั้ง ภายใน 2 นาที หลังจากการออกกำลังกาย

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่าสมรรถภาพหัวใจและปอด เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประสบความสำเร็จของในกีฬาบาสเกตบอล เพราะนอกจากค่า VO_2max จะสามารถบอกได้ถึงระดับสมรรถภาพหัวใจและปอด แต่ยังเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพโปรแกรมการฝึกและคุณภาพในการเล่นของนักกีฬาได้อีกด้วย รูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด มีหลากหลายรูปแบบ ทั้งการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analysis) ซึ่งมีความยุ่งยาก ซับซ้อน ราคาแพง และต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ หรือการทดสอบโดยการประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบความหนักต่ำกว่าสูงสุดรูปแบบต่างๆ ทางผู้วิจัยเองให้ความสนใจการทดสอบ Step Test เพราะไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มาก ราคาถูก และสามารถทำได้ง่าย แต่วิธีการทดสอบ Step Test รูปแบบใดจะสามารถนำมาใช้ทดสอบในนักกีฬาบาสเกตบอลของไทย ได้อย่างแม่นยำมากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนารูปแบบการทดสอบ Step Test ที่สามารถประมาณค่า VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลของไทยได้ใกล้เคียงกับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด

บทที่3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการศึกษาวิจัยดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักกีฬาบาสเกตบอลชายไทย

กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการคัดเลือกอาสาสมัครแบบเฉพาะเจาะจงจากนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ตัวแทนจาก 4 สถาบันที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้ายในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยครั้งที่ 40 ปี พ.ศ. 2556 (พลบดีเกมส์) ซึ่งได้แก่ ตัวแทนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยศรีปทุม มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิตย์ และสถาบันการพลศึกษา ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าการศึกษาวิจัย

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างประชากร (Sample Size)

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยระยะที่ 1. (Study 1)

จากกลุ่มตัวอย่างนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนจาก 4 สถาบัน มีจำนวนทั้งสิ้น 60 คน ใช้การกำหนดขนาดตัวอย่างคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยระยะที่ 1 เท่ากับ 6 คน

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยระยะที่ 2. (Study 2)

คำนวณได้จากการวิเคราะห์ด้วย Intraclass Correlation Power Analysis โดยการกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95%

Alpha = 0.05

Beta = 0.196

Power = 0.80

ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากรเท่ากับ 30 คน

1. เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้าการศึกษา (Inclusion Criteria)

- เป็นนักกีฬาตัวแทนระดับแข่งขัน ของมหาวิทยาลัยที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้าย ในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยครั้งที่40 (พลบดีเกมส์) และมีอายุ 18 ปีขึ้นไป
- มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ที่อาจเป็นอันตรายหรือเป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ เช่น โรคหัวใจ, โรคหลอดเลือดสมอง, มีพยาธิสภาพของกล้ามเนื้อ, ระบบประสาท, กระดูกและข้อ เป็นต้น
- การทดสอบ Resting EKG ต้องไม่พบภาวะกล้ามเนื้อหัวใจโต, หัวใจขาดเลือด หรือภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ
- มีระดับความดันโลหิตต่ำกว่า 130/85 มิลลิเมตรปรอท
- มีสมรรถภาพหัวใจและปอดอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีค่า VO_2max มากกว่าหรือเท่ากับ 47 ml/kg/min. [54] ขึ้นไป
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลงนามในใบแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย

2. เกณฑ์ในการคัดเลือกออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)

- ทำการทดสอบได้ไม่ครบทุกรูปแบบการทดสอบ
- ระหว่างทำการทดสอบได้รับบาดเจ็บที่ระบบประสาท กล้ามเนื้อ กระดูก และข้อต่อ จนไม่สามารถทำการทดสอบได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบรายงานผลการวิจัย (Case Report Form)
2. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor), Polar Electro Oy, F1-90440, Finland
3. กล่องที่ปรับความสูงได้ ความละเอียด 1 เซนติเมตร
4. เครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Baseline EKG, Physioflow Enduro, France)
5. เครื่องตั้งจังหวะ (Metronome)
6. ลู่วิ่งกล (Treadmill, HP Cosmos Mercury, England)
7. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ (Gas Analysis, Cortex Biophysik Metamax 3B, Cortex, Germany)
8. นาฬิกาจับเวลา (Stop Watch)
9. เครื่องวัดมุม (Goniometer)

10. หูฟังทางการแพทย์ (Stethoscope)
11. จักรยานวัดงาน (Monark regomedic 828E, Monark, Sweden)
12. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition Analyzer Model ioi353, Jawon Medical Co.ltd, Korea)
13. สายวัด
14. เครื่องวัดความดันโลหิต Omron รุ่น SEM-2 (Omron Healthcare Co., Ltd., Japan)

สถานที่เก็บข้อมูล ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

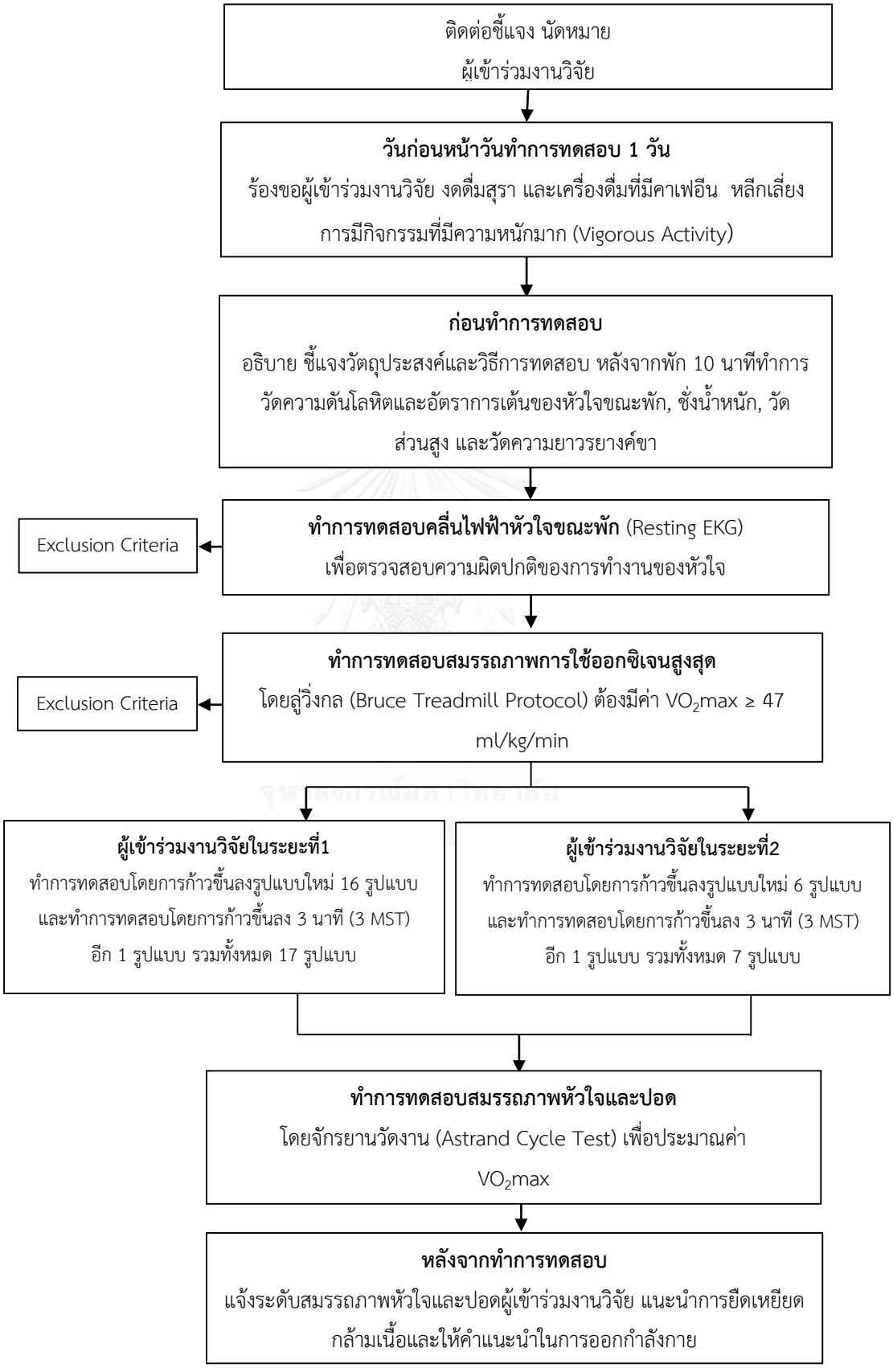
ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บข้อมูล

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สรุปประเด็นสำคัญ ให้ได้มาซึ่งคำถามของงานวิจัย
2. ทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เพื่อค้นหารูปแบบในการทำการทดสอบ Step Test ในรูปแบบต่างๆ
3. นำโครงร่างวิทยานิพนธ์และเอกสารที่ใช้ในการวิจัยเข้าสู่กระบวนการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. โครงร่างวิทยานิพนธ์และเอกสารที่ใช้ในการิจัย ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงร่างวิจัยที่ 106.1/56 เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2556 – 8 ตุลาคม 2557
5. โครงร่างวิจัยที่ 106.1/56 ที่ได้รับอนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมโครงการวิจัยเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2556
6. โครงร่างวิจัยที่ 106.1/56 ได้รับการขยายเวลารับรองจริยธรรมวิจัย เมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2557 – 16 ธันวาคม 2558
7. การทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลในระยะที่1. จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำการทดสอบ Step Test ในรูปแบบใหม่จำนวน 16 รูปแบบ และการทดสอบที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปอีก 3 รูปแบบ คือ การทดสอบ 3 Minute Step Test (3MST) การทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test) การทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดสูงสุดโดยการวิเคราะห์ก๊าซที่วัดได้จากการวิ่งบนลู่วิ่งกล (Bruce Treadmill Protocol) นำผลที่ได้จากระยะที่ 1. มาวิเคราะห์หารูปแบบการทดสอบ Step Test รูปแบบใหม่ที่สามารถทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด จำนวน 6 รูปแบบ เพื่อทำการทดสอบในระยะที่ 2. ต่อไป

8. การทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลในระยะที่ 2. กลุ่มตัวอย่าง จะต้องทำการทดสอบ Step Test รูปแบบใหม่ที่ได้ผลจากการทดสอบในระยะที่ 1. จำนวน 6 รูปแบบ และการทดสอบที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปอีก 3 รูปแบบ คือ การทดสอบ 3 Minute Step Test (3MST) การทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test) การทดสอบโดยการวิเคราะห์ก๊าซที่วัดได้จากการวิ่งบนลู่วิ่งกล (Bruce Treadmill Protocol)
9. เก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย
10. สรุปผลการวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูล



หมายเหตุ : ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกร้องขอให้มาทำการทดสอบทั้งหมดภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์

ขั้นตอนการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1. การคัดกรองอาสาสมัคร
   - การคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้นด้วยแบบสอบถาม
   - การวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก
   - การวัดองค์ประกอบของร่างกายต่างๆ
   - การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก (Resting EKG)
   - การทดสอบโดยการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)
2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 1.
   - การเรียงลำดับการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ
   - การทดสอบ Step Test
   - การทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)
3. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2.
   - การเรียงลำดับการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ
   - การทดสอบ Step Test
   - การทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

การคัดกรองอาสาสมัคร

1. การคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น

   ใช้การตอบแบบสอบถามโดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยตอบคำถามเกี่ยวกับสุขภาพเบื้องต้น (แบบสอบถามคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น ภาคผนวก ง. หน้า 139)

2. การวัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

   เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยมาถึงห้องปฏิบัติการให้พักอย่างน้อย 10 นาทีก่อนทำการวัดความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ Omron รุ่น SEM-2 (Omron Healthcare Co., Ltd., Japan)

ขั้นตอนการวัดความดันโลหิต

- ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเตรียมร่างกายให้อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย ก่อนทำการวัด นั่งหลังตรงพิงพนักเก้าอี้ ปล่อยร่างกายให้อยู่ในอิริยาบถที่อิสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- วัดความดันโลหิตที่แขนซ้าย ซึ่งอยู่ใกล้หัวใจ โดยให้จุดที่รับสัญญาณ อยู่ใน ระดับหัวใจ
- สวมปลอกแขนที่บริเวณต้นแขน ให้จุดรับสัญญาณอยู่ตรงกลางท้องแขนด้านใน เหนือข้อพับประมาณ 2-3 เซนติเมตร ให้บริเวณตำแหน่งลูกศรของปลอกแขน และสายยางอยู่ตรงกึ่งกลางแขน และทอดมาตามความยาวของแขน
- ติดเทปที่ปลอกแขนให้พอดีกับขนาดแขน ไม่แน่น หรือหลวมจนเกินไป
- หงายต้นแขนขึ้นแล้ววางแขนบนโต๊ะให้รู้สึกสบายโดยปลอกแขนจะอยู่ในระดับเดียวกับหัวใจ
- กดปุ่ม start เพื่อทำการวัดเพียงครั้งเดียว เครื่องจะทำการตรวจวัด และรายงานค่าออกมาทางหน้าจอของเครื่อง
- บันทึกค่าความดันโลหิตและค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้

3. การวัดองค์ประกอบของร่างกายต่างๆ

3.1 การชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

งานวิจัยครั้งนี้ใช้การชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงจากเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition Analyzer Model ioi353, Jawon Medical Co.ltd, Korea)

ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องถอดถุงเท้าและอุปกรณ์ต่างๆออกก่อนทำการขึ้นเครื่อง
- ใส่เฉพาะชุดกีฬา เสื้อกล้ามและกางเกงขาสั้น ทำการยืนบนแผงรับน้ำหนักของเครื่อง
- เครื่องจะทำการชั่งน้ำหนักและทำการวัดส่วนสูง
- ขณะวัดส่วนสูงให้มองตรงไปข้างหน้าไม่ก้มหรือเงยศีรษะ เพื่อให้เครื่องทำการวัดส่วนสูง

3.2 การวัดความยาวของระยางค์ขา

ใช้สายวัดที่ได้รับมาตรฐานวัดที่บริเวณข้อสะโพก (Greater trochanter) ขณะยืน ยาวลงไปจนถึงส้นเท้า ทำการวัดความยาวระยางค์ขาทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ถ้าความยาวระยางค์ขาที่ได้มีเศษทศนิยมต่ำกว่า 0.5 เซนติเมตร ปัดลง แต่ถ้ามากกว่า 0.5 เซนติเมตร ขึ้นไปปัดตัวเลขขึ้น บันทึกเป็นหน่วยเซนติเมตร (บันทึกค่าทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

3.3 การวัดความยาวของต้นขา

ใช้สายวัดที่ได้รับมาตรฐานวัดที่บริเวณข้อสะโพก (Greater Trochanter) ขณะยืน ยาวลงไปจนถึงข้อพับด้านหลังเข่า ทำการวัดความยาวต้นขาทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ถ้าความยาวต้นขาที่ได้มีเศษทศนิยมต่ำกว่า 0.5 เซนติเมตร ปัดลง แต่ถ้ามากกว่า 0.5 เซนติเมตรขึ้นไปปัดตัวเลขขึ้นได้ระยะให้บันทึกเป็นหน่วยเซนติเมตร (บันทึกค่าทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

3.4 การวัดมุมของข้อสะโพก

ใช้เครื่องวัดมุม (Ergoniometer) วัดมุมของสะโพกโดยจุดหมุนของเครื่องวัดมุมอยู่ที่บริเวณข้อสะโพก (Greater trochanter) ปรับระดับโดยดูตามแนวกระดูกต้นขา (Femur) ให้ทำมุม 73 องศา ความสูงของกล่องที่ทำให้มุมข้อสะโพกและกระดูกต้นขา (Femur) ทำมุม 73 องศา ขณะผู้ร่วมงานวิจัยก้าวเท้าข้างที่ถนัดไปวางบนกล่องที่ปรับความสูงได้ ให้บันทึกความสูงของกล่องที่ได้เป็นหน่วยเซนติเมตร

3.5 การวัดมุมข้อเข่า

ใช้เครื่องวัดมุม (Ergoniometer) วางที่จุดหมุนของเข่าโดยให้กระดูกต้นขา (Femur) และกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) ทำมุม 90 องศาขณะผู้ร่วมงานวิจัยก้าวเท้าข้างที่ถนัดไปวางบนกล่องที่ปรับความสูงได้ ให้บันทึกความสูงของกล่องที่ได้เป็นเซนติเมตร

4. การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก

เป็นการตรวจ Resting EKG โดยใช้เครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Baseline EKG, Physioflow Enduro, France) ทำการติด ขั้วไฟฟ้า (Electrode) 4 จุดที่บริเวณข้อมือทั้ง 2 ข้าง บริเวณด้านล่างของซี่โครงทั้ง 2 ข้าง จากนั้นเปิดเครื่องและทำการบันทึกโดยดูการทำงานของคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพักว่าปกติหรือไม่ มีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจโต หัวใจขาดเลือดหรือภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะหรือไม่ โดยดูจากกราฟที่แสดงผล

5. การทดสอบโดยการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)

การทดสอบโดยการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ขณะออกกำลังกายวิ่งบนลู่กลโดยใช้รูปแบบในการปรับความหนักแบบ Bruce (Bruce Treadmill Protocol) ซึ่งมีวิธีการปรับความหนัก โดยการเพิ่มความเร็วและความชันของลู่วิ่งกล ดังนี้

Stage	นาทีที่	ความเร็ว(mph)	ความชัน(grade)
1	0.01 - 3	1.7	10
2	3.01 - 6	2.5	12
3	6.01 - 9	3.4	14
4	9.01 - 12	4.2	16
5	12.01 – 15	5.0	18
6	15.01 - 18	5.5	20

ในขณะที่ทำการทดสอบการออกกำลังกายวิ่งบนลู่กล ได้ทำการวัดอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนโดยเครื่อง Cortex Biophysik Metamax 3B แบบเคลื่อนย้ายได้ CPX (Metamax 3B, Firmware version 2.0, Cortex, Germany) และคำนวณสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) โดยซอฟแวร์การทดสอบ Cortex Biophysik Metasoft2 CPX ควบคู่กับการประเมินระดับความหนักในการออกกำลังกาย (Rated Perceived Exertion Scale, RPE Scale)

6. วิธีการประเมินค่า VO_2max (VO_2max Measurement)

ทำการทดสอบหาค่า VO_2max โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยวิ่งบนลู่วิ่งกลและใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ (Gas Analysis,Cortex Biophysik Metamax 3B, Cortex,Germany) โดยการได้มาซึ่งค่า VO_2 จะรายงานผลทุกๆ 10 วินาที ปัจจัยที่ได้มาซึ่ง VO_2max ประกอบด้วยค่า VO_2 ที่สูงที่สุด ที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำได้ในขณะที่ทำการทดสอบ มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 90% ของ Predicted Maximum Heart rate มีค่า RER มากกว่า 1 และระหว่างการทดสอบผู้เข้าร่วมงานวิจัยประเมินค่า RPE Scale มากกว่าหรือเท่ากับ 19 ขึ้นไป โดยมีปัจจัยตั้งแต่ 2 ใน 3 ข้อขึ้นไปก็ถือว่าค่า VO_2 ที่สูงที่สุดนั้นเป็นค่า VO_2max

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 1.

1. การเรียงลำดับการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่1.จะถูกจัดเรียงลำดับในการทดสอบ Step Test ทั้ง17รูปแบบ โดยกำหนดลำดับของรูปแบบการทดสอบดังนี้

ST1 = 3MST (กล่องสูง 30 cm 24 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที)
ST2 = Hp.24.3M (กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 24 รอบต่อนาที 3 นาที)
ST3 = Kn.24.3M (กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 24 รอบต่อนาที 3 นาที)

ST4 = 30cm.26.3M (กล่องสูง 30 cm 26รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที)

ST5 = 30cm.30.3M (กล่องสูง 30 cm 30รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที)

ST6 = 30cm.24.4M (กล่องสูง 30 cm 24รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที)

ST7 = 30cm.24.5M (กล่องสูง 30 cm 24รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที)

ST8 = Hp.26.3M (กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 26รอบต่อนาที 3 นาที)

ST9 = Hp.30.3M (กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 30รอบต่อนาที 3 นาที)

ST10 = Kn.26.3M (กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 26รอบต่อนาที 3 นาที)

ST11 = Kn.30.3M (กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 30รอบต่อนาที 3 นาที)

ST12 = Hp.24.4M (กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 24รอบต่อนาที 4 นาที)

ST13 = Hp.24.5M (กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 24รอบต่อนาที 5 นาที)

ST14 = Kn.24.4M (กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 24รอบต่อนาที 4 นาที)

ST15 = Kn.24.5M (กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 24รอบต่อนาที 5 นาที)

ST16 = Hp.26.4M (กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 26รอบต่อนาที 4นาที)

ST17 = Kn.26.4M (กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 26รอบต่อนาที 4 นาที)

- ลำดับการทดสอบ Step Test ถูกกำหนดตามลำดับของผู้เข้าร่วมงานวิจัย ดังนี้

ลำดับ	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 4	Visit 5	Visit 6
1-2	ST1-ST3	ST4-ST6	ST7-ST9	ST10-ST12	ST13-ST15	ST16-ST17
3-4	ST4-ST6	ST7-ST9	ST10-ST12	ST13-ST15	ST16-ST17	ST1-ST3
5-6	ST7-ST9	ST10-ST12	ST13-ST15	ST16-ST17	ST1-ST3	ST4-ST6

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลำดับที่ 1 และ 2 ของการเก็บข้อมูลในระยะที่ 1. จะถูกจัดลำดับการทดสอบในวันที่ 1 คือ ST1, ST2 และ ST3 และเรียงลำดับไปอีก 3 ลำดับในวันที่มารับการทดสอบครั้งต่อๆไป ในขณะที่ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลำดับที่ 3 และ 4 จะเริ่มต้นลำดับการทดสอบที่ ST4, ST5 และ ST6 แล้วเรียงลำดับไปจนครบ 17 รูปแบบการทดสอบ และผู้เข้าร่วมงานวิจัยในลำดับที่ 5 และ 6 จะเริ่มต้นการทดสอบวันแรกด้วย ST7, ST8 และ ST9 เรียงลำดับต่อไปอีกครั้งละ 3 การทดสอบจนครบ 17 รูปแบบเช่นกัน
- การทดสอบ Step Test แต่ละรูปแบบนั้น ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะพัก อย่างน้อย 30 นาที เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นปกติ ให้ร่างกายมีระยะเวลาในการพักฟื้นหลังจากออกกำลังกายได้เต็มที่ ก่อนที่จะทำการทดสอบ Step Test รูปแบบต่อไป

2. วิธีการทดสอบ Step Test

2.1 อุปกรณ์ กล่องที่สามารถปรับความสูงได้
นาฬิกาจับเวลา
เครื่องตั้งจังหวะ
เครื่องวัดมุม
สายวัด
เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ
หูฟัง

2.2 ก่อนการทดสอบ Step Test รูปแบบแรก ผู้วิจัยจะทำการอธิบายและให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเข้าใจและทดลองทำการก้าวขึ้นลง โดยก้าวขาข้างที่ถนัดขึ้นไปก่อน ก้าวขาอีกข้างขึ้นไปยืน จากนั้นนำขาที่ถนัดก้าวลงมาก่อนและขาข้างที่ไม่ถนัดลงตามมาโดยพยายามให้ก้าวให้ตรงกับจังหวะที่กำหนด โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทดลองทำ 1-2 รอบ

2.3 การปรับความสูงของกล่อง (Incremental Height Step Box)

การปรับความสูงของกล่อง เพื่อให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ทำการทดสอบการก้าวขึ้นลง งานวิจัยครั้งนี้มีความสูงที่กำหนด 3 ความสูง คือ ความสูงกล่องที่ 30 เซนติเมตร ความสูงของกล่องที่ปรับให้เท่ากับความสูงขณะที่เรายกขาก้าวขึ้นแล้วข้อต่อสะโพกทำมุม 73° และความสูงของกล่องที่ปรับให้ความสูงในการก้าวเท่ากับมุมข้อเข่าทำมุม 90°

Chulalongkorn University

2.4 การกำหนดจังหวะของการก้าว (Step tempo)

การกำหนดจังหวะในการก้าวขึ้นลงกล่องประกอบด้วย 4 ก้าว ก้าวเท้าข้างที่ถนัดขึ้นก่อน ก้าวเท้าอีกข้างตามขึ้นไปยืน ก้าวเท้าข้างที่ถนัดลงก่อน ก้าวเท้าอีกข้างลงมายืน นับเป็น 1 รอบ โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้กำหนดจังหวะที่ใช้ในการการทดสอบคือ 24, 26 และ30 รอบต่อนาที ใช้เครื่องตั้งจังหวะ (Metronome) กำหนดความเร็วในการทดสอบตามจังหวะที่กำหนดของแต่ละรูปแบบการทดสอบ

2.5 การกำหนดระยะเวลาในการทดสอบ (Test Duration)

ระยะเวลาในการทำการทดสอบโดยเริ่มจับเวลาที่ก้าวแรกที่ก้าวข้างที่ถนัดขึ้นไปและทำการทดสอบต่อเนื่องจนครบระยะที่กำหนด

2.6 ขั้นตอนการทดสอบ

ทำการทดสอบโดยให้ผู้ร่วมวิจัยก้าวขึ้นลงกล่องที่ปรับจังหวะและความสูงตามมุมที่กำหนดในแต่ละรูปแบบการทดสอบ ทำการทดสอบให้ครบตามระยะเวลา แล้วทำการวัด Heart Rate โดยมีวิธีในการวัด Heart Rate 2 วิธี

2.6.1 การบันทึก Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยมาถึงห้องปฏิบัติการ จะถูกติด Heart Rate Monitor โดยใช้สายรัดเครื่อง Heart Rate Monitor ที่บริเวณใต้ราวนมตรงกลางหน้าอก เครื่องจะทำการรายงานค่า Heart Rate ที่หน้าปัดนาฬิกา Polar (Electro Oy, F1-90440, Finland) โดยอ่านค่า Heart Rate ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันทีที่ 00 วินาที หลังจากการทดสอบผ่านไป 15 วินาที 20 วินาที และ 1 นาที ผู้วิจัยทำการบันทึกค่า Heart Rate ที่ได้ลงในแบบฟอร์มโดยผู้ช่วยวิจัย

2.6.2 การบันทึก Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากสิ้นสุดการทดสอบ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ Step Test แต่ละรูปแบบให้ผู้เข้าร่วงานวิจัยนั่งลงทันทีและไม่ทำการพูดคุย จากนั้นวางหูฟังทางการแพทย์ (Stethoscope) ที่บริเวณด้านหลังตำแหน่งของหัวใจ เริ่มต้นทำการนับอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อผ่านไป 15 วินาที ผู้วิจัยขานตัวเลขที่นับได้ให้ผู้ช่วยวิจัยบันทึก เมื่อผ่านไป 20 วินาที ผู้วิจัยขานตัวเลขที่นับได้ให้ผู้ช่วยวิจัยบันทึกและเมื่อผ่านไป 1 นาที ผู้วิจัยขานตัวเลขที่นับได้ให้ผู้ช่วยวิจัยบันทึกลงในแบบฟอร์ม การบันทึก Heart Rate จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจ ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการวัดเพียงผู้เดียว ตลอดทั้งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการนับอัตราการเต้นของหัวใจจากบุคคลต่างบุคคลกัน

3 วิธีการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

3.1 อุปกรณ์ จักรยานวัดงาน
นาฬิกาจับเวลา
เครื่องตั้งจังหวะ
เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ

3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบ Astrand Cycle Test เป็นการทดสอบแบบ Single-stage โดยใช้ Astrand Nomogram (ภาคผนวก ก. หน้า 66) ในการประมาณค่า VO_2max โดยคำนวณจากอัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองในการทดสอบนาทีที่ 6 โดยกำหนด Work load เริ่มต้นสำหรับผู้ชาย = 600 – 900 กิโลกรัม/เมตร/นาที ทำการบันทึก Heart Rate ทุกนาที หากในนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6 Heart Rate ต่างกันเกิน 5 ครั้งต่อนาที ให้ทำการทดสอบต่อไปอีก 1 นาที หรือจน Heart Rate อยู่ในช่วง Steady State โดยค่า Heart Rate ที่ได้ มาจาก เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ(Heart Rate Monitor), Polar Electro Oy, F1-90440, Finland

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะที่ 2.

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่2.จะถูกจัดเรียงลำดับในการทดสอบ Step Test ทั้ง 7 รูปแบบ ดังนี้

ลำดับ	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 4	Visit 5	Visit 6	Visit 7
1-6	3MST	Kn.24.3M	30cm.26.3M	Kn.26.3M	Kn.30.3M	Kn.24.4M	Hp.26.4M
7-12	Kn.24.3M	30cm.26.3M	Kn.26.3M	Kn.30.3M	Kn.24.4M	Hp.26.4M	3MST
13-18	30cm.26.3M	Kn.26.3M	Kn.30.3M	Kn.24.4M	Hp.26.4M	3MST	Kn.24.3M
19-24	Kn.26.3M	Kn.30.3M	Kn.24.4M	Hp.26.4M	3MST	Kn.24.3M	30cm.26.3M
25-30	Kn.30.3M	Kn.24.4M	Hp.26.4M	3MST	Kn.24.3M	30cm.26.3M	Kn.26.3M

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- โดยหลังการทดสอบ Step Test แต่ละรูปแบบนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะต้องพักอย่างน้อย 30 นาที เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นปกติ และได้รับการฟื้นฟูพลังงานหลังจากออกกำลังกาย ก่อนที่จะทำการทดสอบ Step Test ครั้งต่อไปได้

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

1. ข้อมูลพื้นฐาน

อายุ, ส่วนสูง, น้ำหนัก, ความดันโลหิต, อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก, Body Mass Index, VO_2max แสดงค่าเป็น ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด, ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ตัวแปรทางสถิติ

ระยะที่1. ทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlations Co-efficient) ระหว่างค่า Measured VO_2max ที่วัดได้จาก Gas Analysis และอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จาก Heart Rate Monitor และการนับโดยใช้หูฟังทางการแพทย์ หลังจากการทดสอบก้าวขึ้นลงรูปแบบต่างๆ ทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสถิติ SPSS version 14.0 (บริษัท SPSS: An IBM Company, USA)

ระยะที่2. ทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย Predicted VO_2max โดยสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) ตัวแปร ประกอบด้วย Heart Rate, ส่วนสูง, น้ำหนัก และอายุของผู้เข้าร่วมงานวิจัย กับค่า Measured VO_2max ทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสถิติ SPSS version 14.0 (บริษัท SPSS: An IBM Company,USA)

ทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข้อพิจารณาทางจริยธรรม (Ethical consideration)

1. ผู้ที่เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะได้รับคำชี้แจงโดยย่อเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ก่อนการลงนามยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
2. ผู้ที่เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนมีสิทธิในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยได้โดยอิสระ และสามารถขอถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อ ไม่ว่าเหตุผลใดๆก็ตาม
3. ในระหว่างการทำงานวิจัย ถ้าผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีการบาดเจ็บหรือรู้สึกว่ามีความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด จะทำการหยุดการทดสอบทันที ผู้วิจัยจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น แต่ถ้าเกิดความผิดปกติร้ายแรง จะนำผู้เข้าร่วมงานวิจัยส่งโรงพยาบาลทันที
4. ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ที่เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนจะเป็นความลับ แต่ข้อมูลอาจถูกเปิดเผยต่อสาธารณะ เพื่อประโยชน์ทางวิชาการ โดยไม่ระบุชื่อของผู้ที่เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อจำกัดในการวิจัย (Limitation)

1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาข้อมูลเฉพาะนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย และเป็นตัวแทนแข่งขันระดับมหาวิทยาลัยของไทยเท่านั้น

2. ความแม่นยำในการนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้หูฟังทางการแพทย์หลังจากสิ้นสุดการทดสอบ Step Test งานวิจัยนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการนับ ซึ่งถ้าผู้นับ Heart Rate ไม่มีความเชี่ยวชาญอาจเกิดความผิดพลาดได้มาก
3. ความต่อเนื่องในการนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้หูฟังทางการแพทย์หลังจากสิ้นสุดการทดสอบ Step Test งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะต้องขานอัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้เมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที, 20 วินาที และ 1 นาที การขานอัตราการเต้นของหัวใจอาจจะทำให้ขาดความต่อเนื่องในการนับอัตราการเต้นของหัวใจและอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการได้มาซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจที่ถูกต้องได้
4. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจำเป็นต้องมาทำการทดสอบทั้งหมดภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระดับสมรรถภาพทางกายของผู้เข้าร่วมงานวิจัย
5. การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีผู้ช่วยวิจัย ซึ่งทางผู้วิจัยทำการคัดเลือกผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี มีการประเมินความสามารถในการช่วยเก็บข้อมูล หน้าที่หลักของผู้ช่วยวิจัย คือมาช่วยบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้น แต่การวัดค่า หรือการคำนวณผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด เพื่อลดข้อจำกัดในการวิจัย

อุปสรรคที่เกิดขึ้นในงานวิจัย

1. การวิจัยในครั้งนี้จะต้องอาศัยความร่วมมือจากนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัย ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา
2. ช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลวิจัย เกิดวิกฤตการณ์ทางการเมือง ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สามารถเดินทางมายังห้องปฏิบัติการได้ ทำให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างล่าช้า
3. การเก็บข้อมูล ในช่วงที่มีการแข่งขัน จะไม่สามารถทำได้เนื่องจากนักกีฬาจะต้องฝึกซ้อมและถูกเก็บตัวจึงไม่สามารถมาร่วมงานวิจัยได้

ผลหรือประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย (Benefit and Application)

1. ทำให้มีวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise Test) ที่สามารถประมาณค่า VO_2max ได้แม่นยำ สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทย
2. เป็นข้อมูลในการเลือกวิธีการและดัชนีชี้วัดสมรรถภาพหัวใจและปอดที่เหมาะสมกับการตรวจประเมินในนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทยมากที่สุด

3. เป็นข้อมูลหรือวิธีการต้นแบบที่เป็นมาตรฐานในการนำไปสู่การปฏิบัติในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับอื่นๆ ต่อไป
4. เป็นวิธีการสร้างแรงจูงใจ ให้นักกีฬาทราบระดับสมรรถภาพของตน และพัฒนาให้มีสมรรถภาพร่างกายที่ดีขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มประโยชน์ต่อตนเอง ต่อผลการแข่งขัน และต่อประเทศมากยิ่งขึ้น
5. เป็นข้อมูลในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย” ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างด้วยการทำการทดลอง โดยแบ่งขั้นตอนการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ระยะ ในแต่ละระยะได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

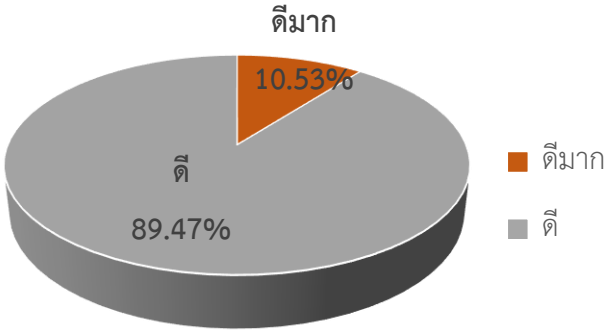
ผลการคัดกรองขั้นต้น

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาวิจัยทั้งหมด 41 คน มีผู้ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าร่วมงานวิจัยทั้งหมด 38 คน โดยผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าร่วมงานวิจัยเพราะไม่ผ่านการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด มีค่า VO_2max ต่ำกว่า 47 ml/kg/min 1 คน และมีอาการบาดเจ็บเรื้อรังที่กล้ามเนื้อบริเวณน่องและต้นขา 2 คน ไม่สามารถทำการทดสอบได้

ผลข้อมูลส่วนบุคคล

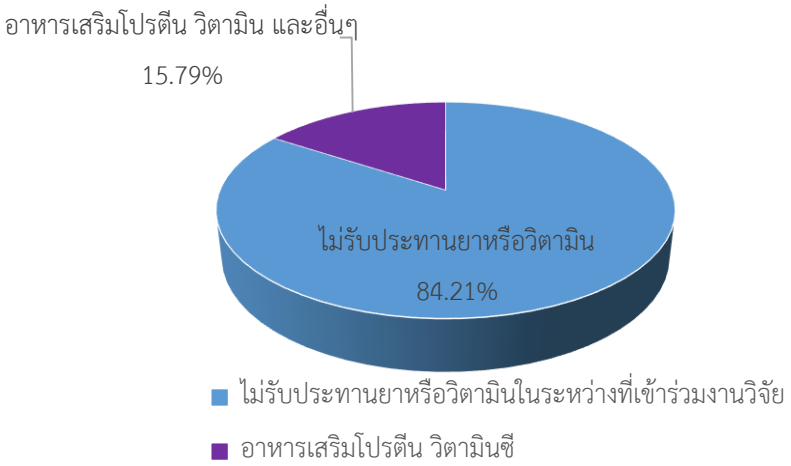
1. เมื่อให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยประเมินสภาวะสุขภาพตนเอง พบว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยส่วนใหญ่ 89.47% ประเมินสภาวะสุขภาพตนเองว่าอยู่ในเกณฑ์ ดี และอีก 10.53% ประเมินสภาวะสุขภาพตนเองว่าอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ดังแสดงในภาพที่ 1.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



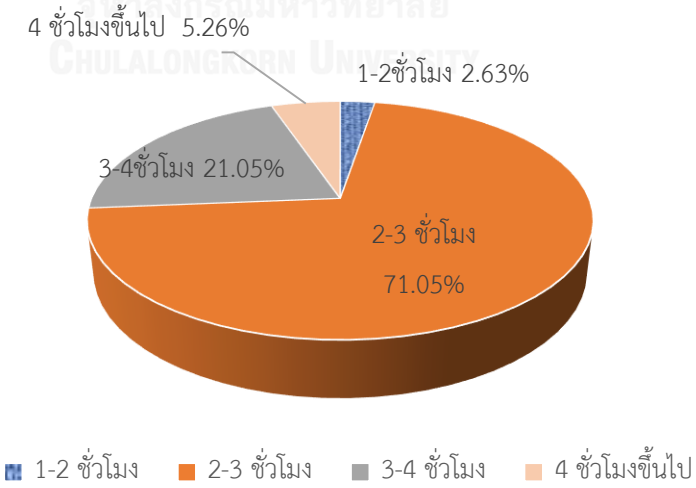
ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ของการประเมินระดับสภาวะสุขภาพตนเองของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

2. การรับประทานอาหารเสริม ยา หรือวิตามิน ในกลุ่มของนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่าส่วนใหญ่ 84.21% ไม่รับประทานอาหารเสริม ยาหรือวิตามินใดๆ มีเพียง 15.79% ที่มีการรับประทานอาหารเสริม ยาหรือวิตามินซึ่งได้แก่ อาหารเสริมโปรตีน วิตามินซี ดังแสดงในภาพที่ 2.



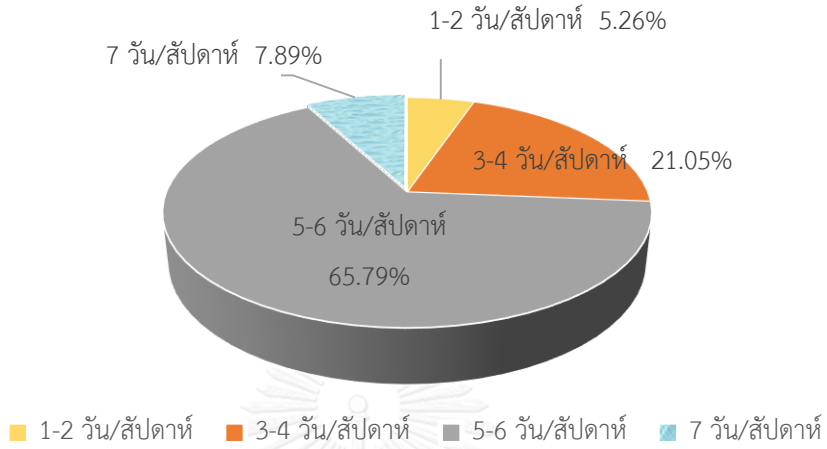
ภาพที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของการรับประทานอาหารเสริม ยา หรือวิตามินของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

3. ระยะเวลาและความถี่ในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

จะเห็นได้ว่า นักกีฬาบาสเกตบอลชายที่เข้าร่วมงานวิจัยส่วนใหญ่ 71.05% ใช้ระยะเวลาในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอล 2-3 ชั่วโมงต่อวัน



ภาพที่ 4 ความถี่ในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอลของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

จากภาพ พบว่านักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่มีความถี่ในการเล่นและฝึกซ้อมบาสเกตบอล 5-6 วันต่อสัปดาห์ คิดเป็น 65.79%

ผลจากการตอบแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล พบว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยส่วนใหญ่ประเมินสภาวะสุขภาพของตนเองอยู่ในเกณฑ์ดี ไม่มีการรับประทานอาหารเสริม ยาหรือวิตามิน ส่วนใหญ่ใช้ระยะเวลาในการฝึกซ้อมบาสเกตบอล 2-3 ชั่วโมง/วัน ความถี่ 5-6 วัน/สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการศึกษาในระยะที่1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่1 (n=6)

Factor	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Age (yr)	19	22	20.50	1.38
Weight (kg)	56.5	91.4	68.80	12.30
Height (cm)	175.5	192.3	180.85	6.46
BMI (kg/m^2)	18.3	24.7	20.95	2.54
Rest HR. (bpm)	55	75	66	6
Systolic BP (mmHg)	117	131	125.17	6.21
Diastolic BP (mmHg)	59	75	68.33	6.25
VO_2max(ml/kg/min)	47	62	55.00	6.36

จากตารางที่ 1. แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่ 1. การศึกษาวิจัยในระยะนี้มีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 6 คน มีอายุระหว่าง 19-22 ปี น้ำหนักเฉลี่ยที่ 68.80±12.30 กิโลกรัม ส่วนสูงอยู่ในช่วง 175.5-192.3 เซนติเมตร มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ 20.95±2.54 kg/m^2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ยเท่ากับ 66±6 ครั้งต่อนาที มีระดับความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ และมีค่า VO_2max ระหว่าง 47-62 ml/kg/min เฉลี่ยเท่ากับ 55±6.36 ml/kg/min

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate ที่ได้จากการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ

	P00	P15	P20	P60	C15	C20	C60
3MST	0.655*	0.682*	0.661*	0.455*	0.607*	0.645**	0.676**
Hp.24.3M	0.427	0.488*	0.583*	0.630*	0.549*	0.587*	0.477*
Kn.24.3M	0.262	0.429*	0.491*	0.745**	**0.761****	0.553*	0.737*
30cm.26.3M	0.328	0.218	0.320	0.729**	0.742*	0.182*	**0.748***
30cm.30.3M	0.463*	0.332	0.441	0.555*	0.519	0.640*	0.490
30cm.24.4M	0.598*	0.617*	0.242	0.613*	0.635*	0.630*	0.509*
30cm.24.5M	0.511*	0.336*	0.318*	0.429**	0.575*	0.547*	0.623*
Hp.26.3M	0.351	0.254	0.208	0.731**	0.710*	0.126	0.701*
Hp.30.3M	0.436	0.412*	0.375	0.211	0.315	0.385*	0.442*
Kn.26.3M	0.608*	0.482	0.632*	0.471*	0.431	**0.665***	0.220
Kn.30.3M	0.601*	0.579*	0.523*	**0.751****	0.727**	0.581*	0.734*
Hp.24.4M	0.449	0.450*	0.419*	0.359**	0.417*	0.523*	0.524*
Hp.24.5M	0.423*	0.384*	0.326	0.519*	0.485*	0.561*	0.672*
Kn.24.4M	**0.695***	0.594*	0.459*	0.612	0.315*	0.433	0.440
Kn.24.5M	0.413	0.257	0.417	0.748*	0.747*	0.546*	0.746*
Hp.26.4M	0.666*	**0.653***	**0.677****	0.270*	0.385*	0.508*	0.634*
Kn.26.4M	0.290	0.144	0.315	0.729*	0.710*	0.480	0.685*

* $p \le 0.05$, ** $p \le 0.01$

หมายเหตุ ตัวหนาและขีดเส้นใต้แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดของแต่ละวิธีการได้มาของอัตราการเต้นของหัวใจ

P00 คือค่า Heart Rate ที่อ่านได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบ
P15 คือค่า Heart Rate ที่อ่านได้จาก Heart Rate Monitor เมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที
P20 คือค่า Heart Rate ที่อ่านได้จาก Heart Rate Monitor เมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที
P60 คือค่า Heart Rate ที่อ่านได้จาก Heart Rate Monitor เมื่อสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 60 วินาที
C15 คืออัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนถึง 15 วินาที
C20 คืออัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนถึง 20 วินาที
C60 คืออัตราการเต้นของหัวใจที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนถึง 60 วินาที

จากตารางที่ 2. แสดงให้เห็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จาก Step Test กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซในแต่ละรูปแบบการทดสอบ แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และ 0.01 ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3 แสดงอันดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate ที่ได้จากการทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซโดยอันดับที่ 1. คือรูปแบบการทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดไปจนถึงอันดับสุดท้ายที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำที่สุด

อันดับที่		P00	P15	P20	P60	C15	C20	C60
		3MST	3MST	3MST	3MST	3MST	3MST	3MST
	r	0.655	0.682	0.661	0.455	0.607	0.645	0.676
	SEE	5.37	5.20	5.33	6.33	5.65	5.43	5.24
		Kn.24.4M	Hp.26.4M	Hp.26.4M	Kn.30.3M	Kn.24.3M	Kn.26.3M	30cm.26.3M
1	r	0.695	0.653	0.677	0.751	0.761	0.665	0.748
	SEE	5.11	5.38	5.23	4.70	4.60	5.31	4.72
		Hp.26.4M	30cm.24.4M	Kn.26.3M	Kn.24.5M	Kn.24.5M	30cm.30.3M	Kn.24.5M
2	r	0.666	0.617	0.632	0.748	0.747	0.640	0.746
	SEE	5.30	5.59	5.51	4.72	4.73	5.46	4.73
		Kn.26.3M	Kn.24.4M	Hp.24.3M	Kn.24.3M	30cm.26.3M	30cm.24.4M	Kn.24.3M
3	r	0.608	0.594	0.583	0.745	0.742	0.630	0.737
	SEE	5.64	5.72	5.77	4.74	4.77	5.52	4.80
		Kn.30.3M	Kn.30.3M	Kn.30.3M	Hp.26.3M	Kn.30.3M	Hp.24.3M	Kn.30.3M
4	r	0.601	0.579	0.523	0.731	0.727	0.587	0.734
	SEE	5.68	5.79	6.06	4.85	4.88	5.75	4.83
		30cm.24.4M	Hp.24.3M	Kn.24.3M	30cm.26.3M	Hp.26.3M	Kn.30.3M	Hp.26.3M
5	r	0.598	0.488	0.491	0.729	0.710	0.581	0.701
	SEE	5.69	6.20	6.19	4.87	5.01	5.78	5.07
		30cm.24.5M	Kn.26.3M	Kn.24.4M	Kn.26.4M	Kn.26.4M	Hp.24.5M	Kn.26.4M
6	r	0.511	0.482	0.459	0.729	0.710	0.561	0.685
	SEE	6.11	6.23	6.31	4.86	5.00	5.88	5.18

อันดับที่		P00	P15	P20	P60	C15	C20	C60
		30cm.30.3M	Hp.24.4M	30cm.30.3M	Hp.24.3M	30cm.24.4M	Kn.24.3M	Hp.24.5M
7	r	0.463	0.450	0.441	0.630	0.635	0.553	0.672
	SEE	6.30	6.35	6.38	5.52	5.49	5.92	5.26
		Hp.24.4M	Kn.24.3M	Hp.24.4M	30cm.24.4M	30cm.24.5M	30cm.24.5M	Hp.26.4M
8	r	0.449	0.429	0.419	0.613	0.575	0.547	0.634
	SEE	6.35	6.42	6.45	5.61	5.81	5.95	5.49
		Hp.30.3M	Hp.30.3M	Kn.24.5M	Kn.24.4M	Hp.24.3M	Kn.24.5M	30cm.24.5M
9	r	0.436	0.412	0.417	0.612	0.549	0.546	0.623
	SEE	6.40	6.47	6.46	5.62	5.94	5.95	5.56
		Hp.24.3M	Hp.24.5M	Hp.30.3M	30cm.30.3M	30cm.30.3M	Hp.24.4M	Hp.24.4M
10	r	0.427	0.384	0.375	0.555	0.519	0.523	0.524
	SEE	6.43	6.56	6.59	5.91	6.07	6.06	6.05
		Hp.24.5M	30cm.24.5M	Hp.24.5M	Hp.24.5M	Hp.24.5M	Hp.26.4M	30cm.24.4M
11	r	0.423	0.336	0.326	0.519	0.485	0.508	0.509
	SEE	6.44	6.69	6.72	6.07	6.21	6.12	6.12
		Kn.24.5M	30cm.30.3M	30cm.26.3M	Kn.26.3M	Kn.26.3M	Kn.26.4M	30cm.30.3M
12	r	0.413	0.332	0.320	0.471	0.431	0.480	0.490
	SEE	6.47	6.70	6.73	6.27	6.41	6.23	6.19
		Hp.26.3M	Kn.24.5M	30cm.24.5M	30cm.24.5M	Hp.24.4M	Kn.24.4M	Hp.24.3M
13	r	0.351	0.257	0.318	0.429	0.417	0.433	0.477
	SEE	6.65	6.87	6.74	6.42	6.46	6.41	6.24
		30cm.26.3M	Hp.26.3M	Kn.26.4M	Hp.24.4M	Hp.26.4M	Hp.30.3M	Hp.30.3M
14	r	0.328	0.254	0.315	0.359	0.385	0.385	0.442
	SEE	6.71	6.87	6.75	6.63	6.56	6.56	6.37
		Kn.26.4M	30cm.26.3M	30cm.24.4M	Hp.26.4M	Hp.30.3M	30cm.26.3M	Kn.24.4M
15	r	0.290	0.218	0.242	0.270	0.315	0.182	0.440
	SEE	6.80	6.94	6.89	6.84	6.74	6.99	6.38
		Kn.24.3M	Kn.26.4M	Hp.26.3M	Hp.30.3M	Kn.24.4M	Hp.26.3M	Kn.26.3M
16	r	0.262	0.144	0.208	0.211	0.315	0.126	0.220
	SEE	6.86	7.03	6.95	6.95	6.75	7.05	6.93

จากตารางที่3. แสดงอันดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้มาแต่ละวิธีกับค่า VO_2max จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นอันดับที่ 1. ของแต่ละวิธี จะพบว่ามีทั้งหมด 6 รูปแบบดังนี้

Kn.24.3M (C15) กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 24รอบต่อนาที 3 นาที r=0.761, SEE=4.60

30cm.26.3M (C60) กล่องสูง 30 cm 26รอบต่อนาที 3 นาที r=0.748, SEE=4.72

Kn.26.3M (C20) กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 26รอบต่อนาที 3 นาที r=0.665, SEE=5.31

Kn.30.3M (P60) กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 30รอบต่อนาที 3 นาที r=0.751, SEE=4.70

Kn.24.4M (P00) กล่องสูงปรับตามข้อเข่า 90 องศา 24รอบต่อนาที 4 นาที r=0.695, SEE=5.11

Hp.26.4M (P15) กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 26รอบต่อนาที 4นาที r=0.653,SEE=5.38

Hp.26.4M (P20) กล่องสูงปรับตามข้อสะโพก 73 องศา 26รอบต่อนาที 4นาที r=0.677,SEE=5.23

ซึ่งเมื่อพิจารณาทั้ง 6 รูปแบบนี้ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าการทดสอบ Three Minute Step Test (3MST) อีกด้วย จึงทำการคัดเลือก 6 รูปแบบการทดสอบนี้ นำมาทำการศึกษาวิจัยต่อในระยะที่ 2. เพื่อหารูปแบบการทดสอบก้าวขึ้นลงที่สามารถประมาณค่า VO_2max ได้แม่นยำมากที่สุด

ผลการศึกษาในระยะที่2

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่2 (n=32)

Factor	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Age (yr)	18	25	21.13	1.91
Weight (kg)	57.4	95.2	73.88	10.07
Height (cm)	168	196.5	181.61	6.59
BMI (kg/m^2)	17.6	25.2	22.29	2.07
Rest HR.(bpm)	54	97	66	9
Systolic BP (mmHg)	98	150	125.81	11.01
Diastolic BP (mmHg)	51	88	77.19	8.30
VO_2max (ml/kg/min)	47	65	54.56	4.93
Leg Length RT (cm)	86	107	94.91	4.99
Leg Length LT (cm)	85	108	94.22	5.26
Thigh Length RT (cm)	39	56	44.33	3.26
Thigh Length LT (cm)	37	58	44.19	3.93

จากตารางที่ 4. แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่ 2. การศึกษาวิจัยในระยะนี้มีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 32 คน มีอายุระหว่าง 18-25 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 73.88±10.07 kg ส่วนสูงอยู่ในช่วง 168.0-196.5 เซนติเมตร มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ 22.29±2.07 kg/m^2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ยเท่ากับ 66±9 ครั้ง/นาที มีค่ามีระดับความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ และมีค่า VO_2max ระหว่าง 47-65 ml/kg/min เฉลี่ยเท่ากับ 54.56±4.93 ml/kg/min ผู้เข้ารับการทดสอบทมีความยาวขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 94.91±4.99 เซนติเมตร ขาซ้ายเฉลี่ยเท่ากับ

94.22±5.26 เซนติเมตร ต้นขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 44.33±3.26 เซนติเมตรและต้นขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 44.19±3.94 เซนติเมตร

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุ และอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง รูปแบบต่างๆ กับค่า VO_2max ที่ได้จากการวิเคราะห์ก๊าซ

	P00	P15	P20	P60	C15	C20	C60
3MST	0.689***	0.627***	0.635***	0.533**	0.686***	0.696***	0.706***
Kn.24.3M	0.636***	0.695***	0.720***	0.533**	0.628***	0.727***	0.640***
30cm.26.3M	0.748***	0.717***	0.714***	0.754***	0.772***	0.792***	0.845***
Kn.26.3M	0.746***	0.728***	0.744***	0.533**	0.629***	0.714***	0.671***
Kn.30.3M	0.796***	0.747***	0.760***	0.533**	0.716***	0.768***	0.707***
Kn.24.4M	0.710***	0.631***	0.649***	0.533**	0.533**	0.632***	0.533**
Hp.26.4M	0.771***	0.724***	0.747***	0.792***	0.742***	0.740***	0.733***

** $p \le 0.01$, *** $p \le 0.001$

จากตารางที่ 5 พบว่าการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) เป็นรูปแบบการทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 60 วินาที น้ำหนัก, ส่วนสูง และอายุกับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซที่สูงที่สุด $r = 0.845$, $p \le 0.001$

ในขณะที่การทดสอบ Kn.30.3M (P00) เป็นรูปแบบการทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด จากวิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) $r=0.796$, $p \le 0.001$

ตารางที่ 6 แสดงอันดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างค่า VO_2max ที่ได้จากการวิเคราะห์ก๊าซ, Heart Rate, ส่วนสูง, น้ำหนัก และ อายุของผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยอันดับที่ 1. คือรูปแบบการทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดไปจนถึงอันดับสุดท้ายที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำที่สุด

อันดับที่		P00	P15	P20	P60	C15	C20	C60
		3MST	3MST	3MST	3MST	3MST	3MST	3MST
	r	0.689	0.627	0.635	0.533	0.686	0.696	0.706
	SEE	3.70	3.97	3.94	4.24	3.71	3.66	3.61
		Kn.30.3M	Kn.30.3M	Kn.30.3M	Hp.26.4M	30cm.26.3M	30cm.26.3M	30cm.26.3M
1	r	0.796	0.747	0.760	0.792	0.772	0.792	0.845
	SEE	3.09	3.39	3.32	3.11	3.24	3.11	2.73
		Hp.26.4M	Kn.26.3M	Hp.26.4M	30cm.26.3M	Hp.26.4M	Kn.30.3M	Hp.26.4M
2	r	0.771	0.728	0.747	0.754	0.742	0.768	0.733
	SEE	3.19	3.49	3.39	3.35	3.41	3.26	3.47
		30cm.26.3M	Hp.26.4M	Kn.26.3M	Kn.24.3M	Kn.30.3M	Hp.26.4M	Kn.30.3M
3	r	0.748	0.724	0.744	0.533	0.716	0.740	0.707
	SEE	3.38	3.46	3.41	4.24	3.56	3.43	3.61
		Kn.26.3M	30cm.26.3M	Kn.24.3M	Kn.26.3M	Kn.26.3M	Kn.24.3M	Kn.26.3M
4	r	0.746	0.717	0.720	0.533	0.629	0.727	0.671
	SEE	3.39	3.55	3.54	4.24	3.96	3.50	3.78
		Kn.24.4M	Kn.24.3M	30cm.26.3M	Kn.30.3M	Kn.24.3M	Kn.26.3M	Kn.24.3M
5	r	0.710	0.695	0.714	0.533	0.628	0.714	0.640
	SEE	3.59	3.66	3.57	4.24	3.97	3.57	3.92
		Kn.24.3M	Kn.24.4M	Kn.24.4M	Kn.24.4M	Kn.24.4M	Kn.24.4M	Kn.24.4M
6	r	0.636	0.631	0.649	0.533	0.533	0.632	0.533
	SEE	3.93	3.95	3.88	4.24	4.24	3.95	4.24

จากตารางแสดงอันดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าการทดสอบ Step Test รูปแบบ 30cm.26.3M มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดในค่า Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับ 15 วินาที, 20 วินาทีและ1 นาที ในขณะที่รูปแบบ Kn.30.3M มีค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงที่สุดในค่า Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที, 15 วินาทีและ 20 วินาที และรูปแบบ Hp.26.4M ค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงที่สุดในค่า Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor 1 นาที

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย (r^2) ค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบก้าวขึ้นลง รูปแบบต่างๆ

ตารางที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max ที่ได้จากการทดสอบก้าวขึ้นลงรูปแบบต่างๆ

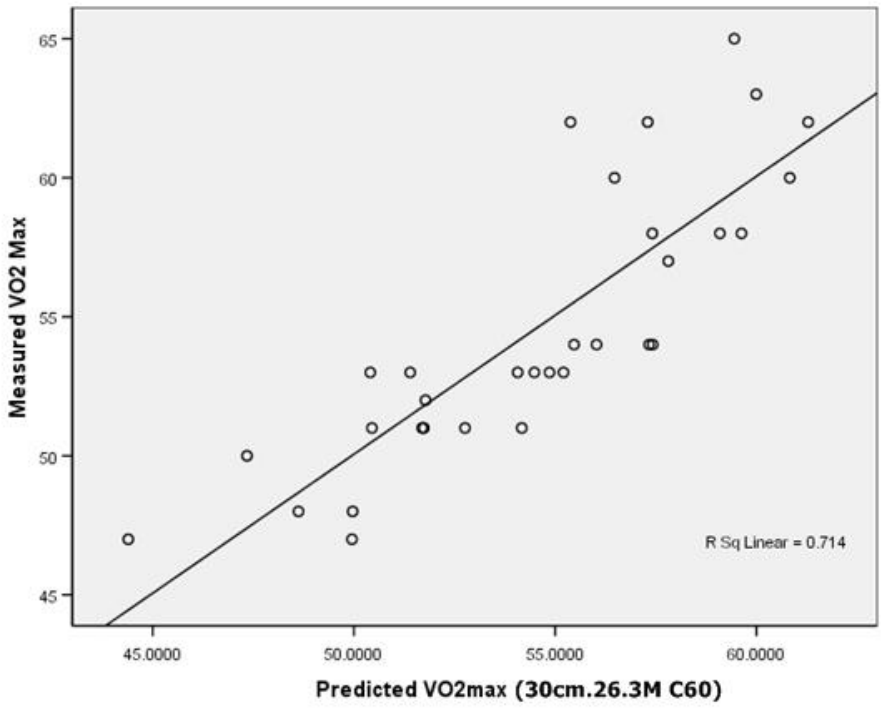
	P00	P15	P20	P60	C15	C20	C60
3MST	0.425	0.394	0.403	0.284	0.470	0.484	0.498
Kn.24.3M	0.405	0.483	0.519	0.284	0.395	0.528	0.410
30cm.26.3M	0.560	0.514	0.509	0.568	0.596	0.628	0.714
Kn.26.3M	0.557	0.531	0.554	0.284	0.396	0.510	0.450
Kn.30.3M	0.633	0.559	0.577	0.284	0.513	0.590	0.500
Kn.24.4M	0.504	0.399	0.421	0.284	0.284	0.400	0.284
Hp.26.4M	0.595	0.524	0.558	0.628	0.551	0.548	0.538

จากตารางที่ 7 พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max ที่สูงที่สุดของวิธีการวัด Heart Rate ด้วยการนับโดยหูฟังทางการแพทย์ คือค่าที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายเท่ากับ 71.4% (r^2 = 0.741) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max สูงที่สุดของวิธีการวัดโดย Heart Rate Monitor คือ ค่าที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายเท่ากับ 63.3% (r^2 = 0.633)

Chulalongkorn University

แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression)

สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) ที่สูงที่สุดระหว่าง Heart Rate ที่นับได้โดยการใช้หูฟังทางการแพทย์, ส่วนสูง, น้ำหนัก และอายุ ของผู้เข้าร่วมงานวิจัย กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ



ภาพที่ 5 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน ระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการ Predicted VO_2max = 140.66-.419(HR C60(bpm)) -.248(Height(cm))

$(r^2 = 0.714, r = 0.845, SEE = 2.726, p\text{-value} \leq .001)$

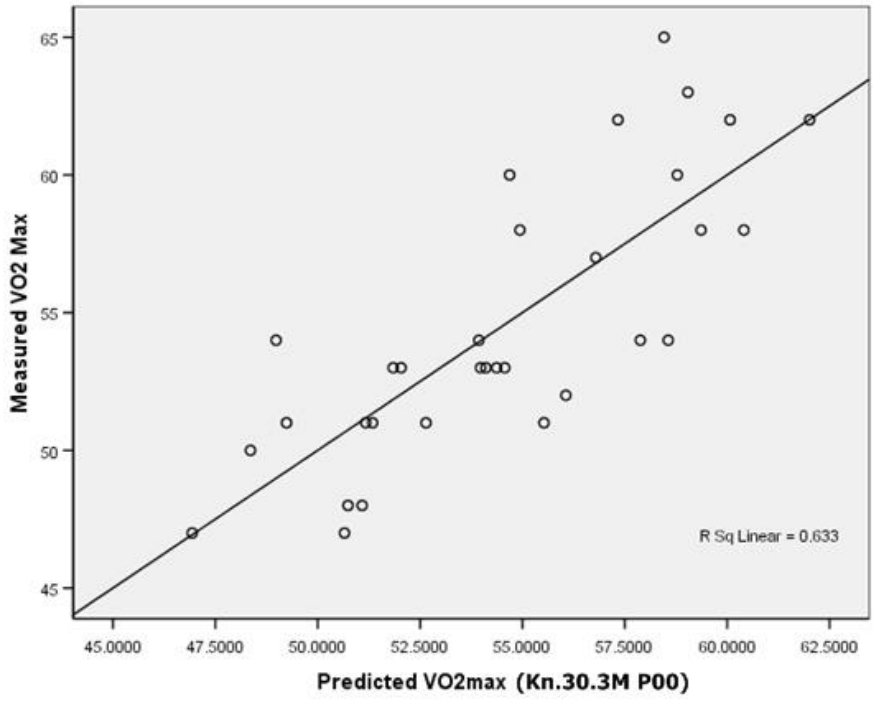
ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.686	-0.419	-0.063	-6.608	0.000*
Height	-0.331	-0.248	-0.078	-3.187	0.003*
	r =0.845		r^2=0.714	F=36.22*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่า จากปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ Heart Rate, ส่วนสูง, น้ำหนัก และอายุของผู้เข้าร่วมงานวิจัย มีเพียง 2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ในการทดสอบ 30cm.26.3M คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max คิดเป็น 71.4% (r^2 = 0.714) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า Measured VO_2max อยู่ในระดับสูงมาก (r = 0.845) และมีความคลาดเคลื่อนของมาตรฐานการวัดเท่ากับ 2.726 (SEE = 2.726)

สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) ที่สูงที่สุดระหว่าง Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor, ส่วนสูง, น้ำหนัก และอายุ ของผู้เข้าร่วมงานวิจัย กับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซ



ภาพที่ 6 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00) โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการ Predicted VO_2max = 103.40-.235(HR P00(bpm))-.211(weight(kg))

(r^2 = 0.633, r = 0.796, SEE = 3.088, p-value≤.001)

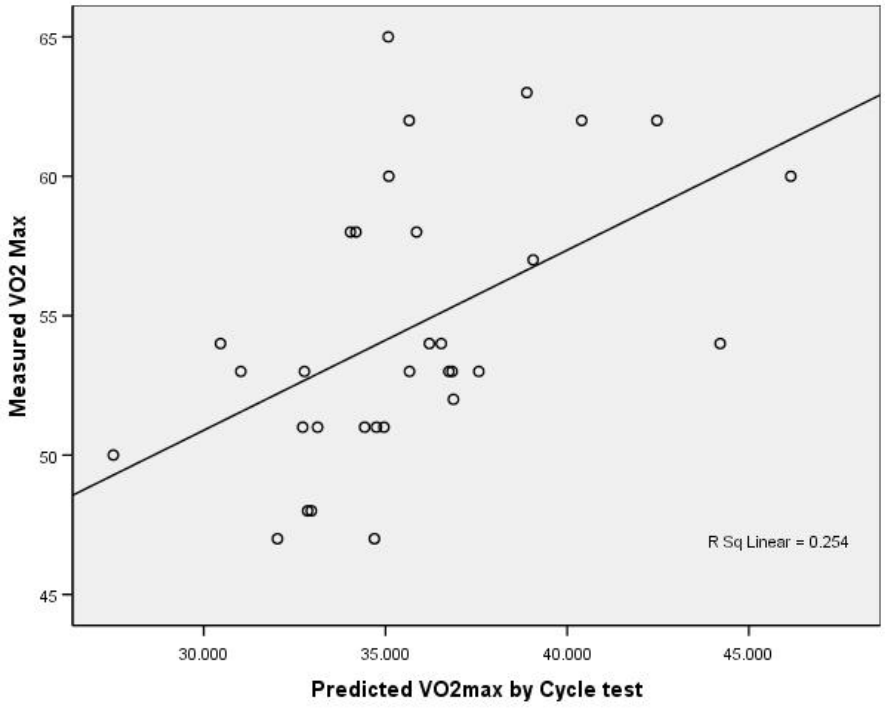
ตารางที่ 9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.659	-0.235	-0.040	-5.862	0.000*
Weight	-0.432	-0.211	-0.055	-3.838	0.001*
	r=0.796		r^2=0.633	F=25.03*	

* $p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่า จากปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ Heart Rate, ส่วนสูง, น้ำหนัก และอายุของผู้เข้าร่วมงานวิจัย มีเพียง 2 ปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ในการทดสอบ Kn.30.3M คือ น้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max คิดเป็น 63.3 % (r^2 = 0.633) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า Measured VO_2max อยู่ในระดับสูง (r = 0.796) และมีความคลาดเคลื่อนของมาตรฐานการวัดเท่ากับ 3.088 (SEE = 3.088)

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่าง VO_2max และ Astrand Cycle Test



ภาพที่ 7 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ระหว่าง Measured VO_2max กับ Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Measured VO_2max กับ Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test) ในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ตัวแทนมหาวิยาลัยของไทย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง (r^2 = 0.254, r = 0.504, SEE = 4.330, P value=.003)

ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Measured VO_2max และ Predicted VO_2max ที่ได้จากวิธีการทดสอบการก้าวขึ้นลงรูปแบบใหม่ กับการทดสอบ Three Minute Step Test (3MST) และการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

ตารางที่ 10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าความคลาดเคลื่อนของมาตราฐานการวัด ค่า Measured VO_2max กับค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากวิธีการทดสอบต่างๆ

	r^2	r	SEE	p-value
30 cm.26.3M (C60)	0.741	0.845	2.726	.000
Kn.30.3M (P00)	0.633	0.796	3.088	.000
3MST (C60)	0.498	0.706	3.612	.000
Cycle test	0.254	0.504	4.33	.003

จะเห็นได้ว่าการทดสอบสมรรถภาพปอดและหัวใจในนักกีฬาบาสเกตบอลชายที่เป็นนักกีฬาตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย โดยการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) และ การทดสอบ Kn.30.3M (P00) นั้นสามารถทำนายค่า VO_2max ได้แม่นยำกว่าการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง 3 นาที และการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการปรับความสูงของกล่อง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Corelations Co-efficient) ระหว่าง องค์ประกอบของร่างกาย เช่น ความสูง, ความยาวของระยางค์ขา, ความยาวของต้นขา กับการปรับความสูงของกล่องโดยให้มุมข้อเข่าทำมุม 90 องศา

ตารางที่ 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบของร่างกายต่างๆ กับการปรับความสูงของกล่อง โดยให้มุมข้อเข่าทำมุม 90 องศา

Comparison	Pearson Corelations Co-efficient (r)
Step Box Height vs. Standing Height	0.751**
Step Box Height vs. Leg Length	0.721**
Step Box Height vs. Thigh Length	0.531**

** = $p \leq 0.01$

จากตารางที่ 11 พบว่า ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยกับการปรับความสูงของกล่อง โดยให้ข้อเข่าทำมุม 90 องศา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความยาวระยางค์ขา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความยาวของต้นขา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและสร้างรูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลง (Step Test) ที่สามารถทำนายค่า VO_2max ในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยได้แม่นยำ ใกล้เคียงกับการทดสอบ VO_2max โดยวิธีวิเคราะห์ก๊าซมากที่สุด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้ายในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยครั้งที่ 40 ปี พ.ศ.2556 (พลบดีเกมส์) ได้แก่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยศรีปทุม มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต และสถาบันการพลศึกษาจำนวน 38 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัยระยะที่ 1 จำนวน 6 คน และกลุ่มตัวอย่างการวิจัยระยะที่ 2 จำนวน 32 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป การทดสอบ Step Test รูปแบบต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นโดยการปรับความสูงของกล่อง จังหวะในการก้าว และระยะเวลาในการทำการทดสอบ การทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test) และการทดสอบโดยวิธีวิเคราะห์ก๊าซ ใช้สถิติวิเคราะห์หาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Corelations Coefficient) สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 14.00 (บริษัท SPSS: An IBM Company, USA)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ระยะ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ผลการวิจัยระยะที่ 1. ทำการศึกษาวิจัยในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัย จำนวน 6 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 20.50±1.38 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 68.80±12.31 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 180.85±6.46 เซนติเมตร สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซเฉลี่ย 55±6.34 ml/kg/min

ผลจากการทดสอบในระยะที่ 1 กำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการทดสอบก้าวขึ้นลง รูปแบบใหม่จำนวน 16 รูปแบบ เมื่อนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlations Co-efficient) กับค่า Measured VO_2max พบว่ามีการทดสอบ

Step Test รูปแบบใหม่ 6 รูปแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่สูงที่สุดจากการนำค่า Heart Rate ที่ได้จากแต่ละวิธีที่นำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ นำรูปแบบการทดสอบทั้ง 6 รูปแบบที่ได้ไปทำการศึกษาวิจัยต่อไปในระยะที่ 2

รูปแบบการทดสอบ Step Test ที่ได้มาจากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในระยะที่ 1 มีดังนี้

Kn.24.4M ที่ P00 มีค่า r= 0.695, SEE 5.11

Hp.26.4M ที่ P15 มีค่า r = 0.653, SEE 5.38

Hp.26.4M ที่ P20 มีค่า r = 0.677, SEE 5.23

Kn.30.3M ที่ P60 มีค่า r = 0.751, SEE 4.70

Kn.24.3M ที่ C15 มีค่า r = 0.761, SEE 4.60

Kn.26.3M ที่ C20 มีค่า r = 0.665, SEE 5.31

30cm.26.3M ที่ C60 มีค่า r = 0.748, SEE 4.72

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการทดสอบ Step Test รูปแบบใหม่ทั้ง 6 รูปแบบ นำค่า Heart Rate ที่ได้ มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ Measured VO_2max พบว่าทุกรูปแบบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าค่าที่ได้จากการทดสอบ Three Minute Step Test (3MST)

ผลการวิจัยระยะที่ 2. การศึกษาวิจัยในระยะนี้มีผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 32 คน มีอายุระหว่าง 18-25 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 73.88±10.07 kg ส่วนสูงอยู่ในช่วง 168.0-196.5 เซนติเมตร มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ 22.29±2.07 kg/m^2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ยเท่ากับ 66±9 ครั้งต่อนาที มีค่ามีระดับความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ และมีค่า VO_2max ระหว่าง 47-65 ml/kg/min เฉลี่ยเท่ากับ 54.56±4.93 ml/kg/min ผู้เข้ารับการทดสอบทมีความยาวขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 94.91±4.99 เซนติเมตร ขาซ้ายเฉลี่ยเท่ากับ 94.22±5.26 เซนติเมตร ต้นขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 44.33±3.26 เซนติเมตรและต้นขาขวาเฉลี่ยเท่ากับ 44.19±3.94 เซนติเมตร

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยในระยะที่ 2. ทำการทดสอบการก้าวขึ้นลง 6 รูปแบบที่ได้มาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max ระหว่างค่า Measured VO_2max และค่าอัตราการเต้นของหัวใจ, อายุ, น้ำหนัก และส่วนสูงของผู้เข้าร่วงานวิจัยในระยะที่ 2 จะพบว่า เมื่อพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายที่สูงที่สุดที่ได้จากการทดสอบ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) ซึ่งทำการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง กล่องสูง 30 เซนติเมตร ด้วยจังหวะในการก้าว 26 รอบต่อนาที และทำการทดสอบระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน อัตราการเต้นของหัวใจได้มาจากการใช้หูฟังทางการแพทย์ นับอัตราการเต้นของหัวใจขณะสิ้นสุดการ

ทดสอบจนกระทั่งครบ 1 นาที รูปแบบนี้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายเท่ากับ 74.1 % (r^2 = 0.741)

เมื่อพิจารณาโดยแบ่งเป็น 2 วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่าการนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้หูฟังทางการแพทย์ มีรูปแบบในการทดสอบก้าวขึ้นลงคือ 30cm.26.3M (C60) โดยอัตราการเต้นของหัวใจที่นำมาใช้ในการประมาณค่า VO_2max คือค่า Heart Rate ที่เริ่มนับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate และส่วนสูงกับ Measured VO_2max เท่ากับ 0.845 (r = 0.845, SEE = 2.726, P-value ≤ 0.001)

ในขณะที่การวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้ Heart Rate Monitor ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ กับค่า Measured VO_2max ที่สูงที่สุดคือการทดสอบก้าวขึ้นลง Kn.30.3M (P00) โดยอัตราการเต้นของหัวใจที่นำมาใช้คือ Heart Rate ที่อ่านค่าได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Heart Rate และน้ำหนักกับค่า Measured VO_2max เท่ากับ 0.796 (r = 0.796, SEE = 3.088, P-value ≤ 0.001) และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายเท่ากับ 63.3 % (r^2 = 0.633)

ตารางที่ 12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่า Predicted VO_2max กับค่า Measured VO_2max ที่ได้จากวิธีการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ความหนักต่ำกว่าสูงสุด รูปแบบต่างๆ

	r^2	r	SEE	p-value
30 cm.26.3M (C60)	0.741	0.845	2.726	.000
Kn.30.3M (P00)	0.633	0.796	3.088	.000
3MST (C60)	0.498	0.706	3.612	.000
Cycle test	0.254	0.504	4.33	.003

จากตารางที่ 12 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการทดสอบก้าวขึ้นลงรูปแบบใหม่ ทั้งวิธีการนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้หูฟังทางการแพทย์ และการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้ Heart Rate Monitor มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า Measured VO_2max สูงกว่ารูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอด ความหนักต่ำกว่าสูงสุดโดยการก้าวขึ้นลง 3 นาที (3MST) และการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย, ความยาวระยางค์ขา, ความยาวต้นขา และการปรับความสูงของกล่องในขณะก้าวข้อเข่าทำมุม 90 องศา พบว่า

ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการปรับความสูงของกล่องในขณะก้าวแล้วข้อเข่าทำมุม 90 องศา สูงที่สุด โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.751 ($r = 0.751$, $p \leq 0.01$)

การอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Sub-maximal Exercise test) เพื่อใช้ทดสอบในนักกีฬาบาสเกตบอล โดยการทดสอบจะต้องมีความแม่นยำ ราคาถูก สามารถทำการทดสอบได้ง่าย ใช้อุปกรณ์น้อย สามารถทำได้ทั่วไป ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมการทดสอบ เมื่อศึกษาข้อมูลพบว่า การทดสอบ Step Test นั้นสามารถทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มาก สามารถทำการทดสอบได้ทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงทำการพัฒนารูปแบบการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง (Step Test)

จากผลการวิจัย เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Predicted VO_2max และ Measured VO_2max พบว่าการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) ที่ได้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจโดยการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนกระทั่งครบ 1 นาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนายและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่า Measured VO_2max ที่สูงที่สุด เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย ค่า VO_2max เท่ากับ 140.66-.419(HR C60)-.248(Height) จากสมการความสูงของกล่องที่ 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความสูงที่ Golding L. A. (1970) [13] ได้ทำการทดสอบว่ามีความเหมาะสมในการทำนายค่า VO_2max ในกลุ่มประชาชนทั่วไป การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำการทดสอบในนักกีฬาที่มีระดับสมรรถภาพทางกายที่ดีกว่ากลุ่มประชาชนทั่วไปซึ่ง Golding L. A. กำหนดความเร็วของจังหวะในการก้าวเท่ากับ 24 รอบต่อนาที ซึ่งสำหรับในการวิจัยในครั้งนี้กำหนดความเร็วของจังหวะในการก้าวที่ 26 รอบต่อนาที เนื่องจากการทำการทดสอบในกลุ่มนักกีฬาที่มีระดับสมรรถภาพทางกายที่ดีกว่า จำเป็นต้องให้ความหนักในการทดสอบ (work load) ที่สูงกว่าการทดสอบในกลุ่มประชาชนทั่วไป ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chatterjee S. และคณะ (2004) [24] การทดสอบชนิดเดียวกัน ที่กำหนดรูปแบบในการทดสอบเหมือนกัน เมื่อนำมาทำการทดสอบในกลุ่มคนที่แตกต่างกัน เช่น ต่างเพศ, ต่างระดับสมรรถภาพ ก็จะมีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max ที่ต่างกัน ดังนั้นสมการที่ได้จากการทดสอบจึงมีค่าความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำนาย VO_2max ด้วย

จะเห็นว่าการทดสอบ 3MST และการทดสอบ 30cm.26.3M มีวิธีการทดสอบและวิธีการนับอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับอัตราการเต้นของหัวใจขณะสิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาทีหลังจากการทดสอบที่เหมือนกันทั้ง 2 วิธีมีปัจจัยที่แตกต่างกันเพียงปัจจัยเดียว คือ การกำหนดความเร็วของจังหวะการก้าวในการทดสอบซึ่งจะสอดคล้องกับ Francis K. T. และ Culpepper M. I. (1989) [15] ที่พบว่าการปรับจังหวะในการก้าวที่ 26 และ 30 รอบต่อนาที มีความเหมาะสมในการประมาณค่า VO_2max ในกลุ่มเด็กและผู้ที่มีสมรรถภาพหัวใจและปอดอยู่ในเกณฑ์ดีมากกว่าการกำหนดจังหวะในการก้าวที่ 24 รอบต่อนาที

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำนายค่า VO_2max โดยอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับ Recovery Heart Rate ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาทีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max สูงกว่าการนับ Recovery Heart Rate 15 วินาที และ20 วินาที เนื่องจาก Recovery Heart Rate หลังจากการออกกำลังกายในช่วงแรกจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงและลดลงตามลำดับ สำหรับนักกีฬาและผู้ที่มีสมรรถภาพหัวใจและปอดที่ดีจะมีการลดลงของ Heart Rate หลังจากออกกำลังกายได้เร็วกว่ากลุ่มคนทั่วไป[3] ดังนั้นการนับ Recovery Heart Rate จนครบ 1 นาที จะเป็นการนับความถี่สะสมของอัตราการเต้นของหัวใจตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนกระทั่งครบ 1 นาที ในขณะที่การนับอัตราการเต้นของหัวใจที่ 15 วินาทีจะมีการนับความถี่แค่ช่วง 15 วินาทีแรกหลังจากสิ้นสุดการทดสอบ และการนับอัตราการเต้นของหัวใจที่ 20 วินาทีจะมีการนับความถี่แค่ช่วง 20 วินาทีแรกเช่นกัน เมื่ออัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างรวดเร็ว การนับอัตราการเต้นของหัวใจด้วยระยะเวลาสั้นๆ ก็จะยิ่งทำให้เกิดความผิดพลาดได้มากทำให้มีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max

การทดสอบก้าวขึ้นลงโดยใช้ Heart Rate Monitor ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Predicted VO_2max และ Measured VO_2max ที่สูงที่สุดคือ รูปแบบการทดสอบ Kn.30.3M (P00) ทำการทดสอบโดยกำหนดให้มุมของข้อเข่าขณะก้าวทำมุม 90 องศาความเร็วของจังหวะในการก้าว 30 รอบต่อนาที ทำการทดสอบเป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกันและอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันทีเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทำนาย VO_2max =103.40-.235(HR P00)-.211(Weight)

จากการทดสอบกำหนดมุมข้อเข่าขณะก้าวเท่ากับ 90 องศา ในการก้าวด้วยความเร็วของจังหวะในการก้าวเท่ากับ 30 รอบต่อนาทีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shino N. (1971) [9] ที่กล่าวว่าการก้าวขึ้นลงโดยขณะก้าวข้อเข่าทำมุม 90 องศา จะถูกต้องตามหลักสรีรศาสตร์ เพราะเป็นมุมที่ทำให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อรอบๆหัวเข่าน้อยที่สุด ในการทดสอบนี้มีการกำหนดความเร็วของจังหวะในการก้าวที่ 30 รอบต่อนาที เป็นความเร็วที่สูงที่สุดในการทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมี

ระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมาก สามารถทำการทดสอบได้ครบ 3 นาทีตามระยะเวลาในการทดสอบ

จากวิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้ Heart Rate Monitor เนื่องจากวิธีการทำงานของ Heart Rate Monitor อาศัยการประมาณค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะนั้นๆ โดยประมาณจากค่าความถี่ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ หัวใจทำงานโดยการผลิตคลื่นไฟฟ้า เพื่อให้หัวใจบีบตัวทำการสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย Heart Rate Monitor จะรับคลื่นความถี่ของคลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากหัวใจมาทำการประมวลค่าเป็นอัตราการเต้นของหัวใจขณะเวลานั้นๆ

จะเห็นได้ว่าค่า Heart Rate ที่ได้จากการวัดทั้ง 2 วิธี มีค่าที่ได้แตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับ Richard W. และคณะ [44], Seaward B. L. และคณะ [45] และ Goodie J. และคณะ (2000) [46] ที่แสดงว่าความแม่นยำในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจด้วยมือและอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแตกต่างกัน ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการทดสอบก้าวขึ้นลงรูปแบบใหม่ทั้ง 2 วิธี ก็มีความแตกต่างกันเพราะการทดสอบ Kn.30.3M (P00) คือค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ตอบสนองต่อ Work Load ที่กำหนดให้ แต่สำหรับการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) เป็นค่า Recovery Heart Rate ที่นับได้ตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที เมื่อค่า Heart Rate ที่นำมาคำนวณต่างกัน รูปแบบในการทดสอบที่มีผลต่อการกำหนด Work Load ก็ต่างกันด้วย

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเฉพาะนักกีฬาบาสเกตบอลชายไทยระดับตัวแทนมหาวิทยาลัยเท่านั้น ซึ่งมีอายุระหว่าง 18-25 ปี น้ำหนัก 57.4-95.2 kg ส่วนสูง 168-196.5 เซนติเมตร และมีค่า VO_2max ระหว่าง 47-65 ml/kg/min เท่านั้น

การทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดความหนักต่ำกว่าสูงสุด ในผู้ที่มีระดับสมรรถภาพต่างกันจำเป็นต้องมีวิธีการทดสอบที่แตกต่างกัน เพื่อให้สามารถประมาณค่า VO_2max ได้แม่นยำ ใกล้เคียงกับค่า VO_2max ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ก๊าซให้มากที่สุด การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ที่เหมาะสมในการทดสอบนักกีฬาบาสเกตบอลชายไทยมากที่สุด คือการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงกล่องสูง 30 เซนติเมตร จังหวะ 26 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที โดยอัตราการเต้นของหัวใจที่นำมาคำนวณต้องเป็นค่า Recovery Heart Rate ที่เริ่มนับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบไปจนครบ 1นาที แต่ความแม่นยำในการประมาณค่า VO_2max ด้วยวิธีนี้ ต้องอาศัยความชำนาญในการนับอัตราการเต้นของหัวใจของผู้นับเป็นอันมาก หากผู้นับไม่มีความชำนาญ หรือไม่ใช่บุคคลเดียวกัน ก็สามารถเกิดความผิดพลาดได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงต้นของการนับ ถ้าเกิดความผิดพลาดจะทำให้ความสามารถในการประมาณค่า VO_2max ผิดพลาดได้มากเช่นกัน ดังนั้น การใช้ Heart Rate Monitor จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่

เหมาะสมกว่า เพราะด้วยวิวัฒนาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้ปัจจุบัน Heart Rate Monitor สามารถหาได้ง่าย และสามารถนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้เมื่อสิ้นสุดการทดสอบมาคำนวณได้ทันที โดยไม่ต้องรอให้ Recovery Heart Rate จนครบ 1 นาที รูปแบบการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงที่เหมาะสมในการทดสอบนักกีฬาบาสเกตบอลชายไทยโดยใช้ Heart Rate Monitor มากที่สุด คือ การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงกล่องสูงปรับตามการก้าวที่มุมข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที เป็นวิธีการทดสอบที่ง่าย สะดวก ประหยัดเวลา และการก้าวขึ้นลงที่ให้ข้อเข่าทำมุม 90 องศา ยังถูกต้องตามหลักสรีรศาสตร์ทำให้เกิดอาการล้าที่กล้ามเนื้อรอบๆหัวเข่าน้อยกว่ามุมอื่นๆอีกด้วย

การศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป ควรจะทำการศึกษาในกลุ่มประชากรที่ต่างออกไป ไม่ว่าจะเป็นทั้งเพศชาย และเพศหญิง ทำการศึกษาในกลุ่มประชากรที่มีอายุต่างออกไป เช่นในเด็ก หรือในผู้สูงอายุ เป็นต้น ทำการศึกษาในกลุ่มประชากรที่มีความต่างในด้านน้ำหนักหรือส่วนสูง และทำการศึกษาวิจัยในนักกีฬาที่ต่างชนิดกีฬาออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในหลายๆ กีฬา ที่นักกีฬาจำเป็นต้องมีลักษณะเฉพาะของกีฬาชนิดนั้นๆ เช่น นักว่ายน้ำที่ส่วนใหญ่มีอัตราส่วนของรยางค์แขนเมื่อเทียบกับรยางค์ขา สูงกว่านักกีฬาชนิดอื่นๆ เป็นต้น

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาข้อมูลเฉพาะนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย ที่มีระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดระหว่าง 47 – 62 ml/kg/min เท่านั้น ถ้าต้องการจะนำไปใช้ในกลุ่มนักกีฬาบาสเกตบอลในกลุ่มอื่น อาจจะต้องทำการศึกษาความแม่นยำของการทดสอบก้าวขึ้นลงก่อนนำไปใช้
2. ความแม่นยำในการนับอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้หูฟังทางการแพทย์ การวิจัยครั้งนี้อาจมีความผิดพลาดแฝงจากผู้ทำวิจัย (Human Error) จากความผิดพลาดในการนับอัตราการเต้นของหัวใจ การขาดความต่อเนื่องในการนับ ขณะที่ขานค่าอัตราการเต้นของหัวใจให้ผู้ช่วยวิจัยบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้ และความชำนาญที่เพิ่มขึ้นในระหว่างทำการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย
3. ความผันแปรของความเร็วในการอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยผู้ช่วยวิจัย
4. เนื่องจากงานวิจัยนี้ มิได้ทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability) ดังนั้นควรมีการทดสอบความน่าเชื่อถือ ในการประมาณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของรูปแบบการทดสอบก้าวขึ้นลงที่ได้แนะนำไว้ในงานวิจัยนี้

รายการอ้างอิง

1. McArdle W. D, Katch F I, and Katch V L. *Essentials of Exercise Physiology, 2nd Edition*. 2010. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2000.
2. Ted A. Baumgartner, A.S.J., *Measurement for evaluation in physical education and exercise science*. 5 ed. 1995: Brown & Benchmark, 1995.
3. American College of Sports Medicine, *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / American College of Sports Medicine*, in *American College of Sports Medicine; Balady, Gary J*. 2000, Lippincott Williams & Wilkins; 6th edition: Philadelphia.
4. Thomas D Fahey, *Oxygen consumption predicting during walking running cycling bench stepping and arm cranking*

-, -.

5. Taddonioa, D.A. and P.V. Karpovich, *The Harvard Step Test as a Measure of Endurance in Running.* Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation, 1951. 22(3): p. 381-384.
6. Devries HA and Klafs CE, *Evaluation and Prediction of Physical Fitness of The Harvard Step Test*, in *The American Journal of Cardiology*. 1964.
7. Ryhming I, *A modified harvard step test for the evaluation of physical fitness.* Arbeitsphysiologie 1953. 15(3): p. 235-250.
8. Shephard, R.J., *The relative merits of the step test, bicycle ergometer, and treadmill in the assessment of cardio-respiratory fitness.* Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie, 1966. 23(3): p. 219-230.
9. Shinno N, *Analysis of Knee Function in Ascending and Descending Stairs.* Med Sport., 1971. 6: p. 202-207.
10. Siconolfi SF, G.C., Lasater TM, Carleton RA., *A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies.* Am J Epidemiol, 1985. 121(3): p. 382-390.

11. Culpepper M.I. and Francis K.T, *An anatomical model to determine step height in step testing for estimating aerobic capacity.* J Theor Biol, 1987. 129(1): p. 1-8.
12. Mahdieh M S , et al., *Maximal Step Test: A New Approach to Step Test Improvements.* World Applied Sciences Journal, 2011. 12(11): p. 2058-2060.
13. Golding L. A., *YMCA Fitness Testing and Assessment Manual Fourth Edition*. National Council of Young Men's Christian Associations of The United States of America., ed. 4th. 2000, YMCA of the USA by Human Kinetic.
14. McArdle WD, K.F., Pechar GS, Jacobson L, Ruck S, *Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women.* Med Sci Sports, 1972. 4(4): p. 182-186.
15. Francis K and Culpepper M.I, *Height-adjusted, rate-specific, single-stage step test for predicting maximal oxygen consumption.* South Med J., 1989. 82(5): p. 602-606.
16. Francis Kennon T, *A New Single-Stage Step Test for the Clinical Assessment of Maximal Oxygen Consumption.* Physical Therapy, 1990. 70(11): p. 734-738.
17. Francis K. and Feinstein R., *A simple height-specific and rate-specific step test for children.* South Med J, 1991. 84(2): p. 169-174.
18. Francis K and Brasher J, *A height-adjusted step test for predicting maximal oxygen consumption in males.* J Sports Med Phys Fitness. , 1992. 32(3): p. 282-287.
19. Golding L.A., M.C.R., Sinning, W.E., *Y's Way to Physical Fitness: The Complete Guide to Fitness Testing and Instruction*. 1989: YMCA of the USA.
20. Kevin Sykes and Alison Roberts, *The Chester step test—a simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity.* Physiotherapy, 2004. 90: p. 183-188.
21. Smothermon R., *Cross-Validation of The Kash Three Minute Step Test*, in *The Faculty of the Department of Human Performance*. 1996, San Jose State University.
22. Donohue, J.M. and J.B. Fox, *A multi-method evaluation of journals in the decision and management sciences.* Omega, 2000. 28(1): p. 17-36.

23. Santo, A.S. and L.A. Golding, *Predicting Maximun Oxygen Uptake From a Modified 3-minute Step Test.* Research Quarterly for Exercise and Sport, 2003. 74(1): p. 110-115.
24. Chatterjee S, et al., *Validity of Queen's College step test for use with young Indian men.* Br J Sports Med, 2004. 38: p. 289-291.
25. Chatterjee S, Chatterjee P, and Amit Bandyopadhyay, *Validity of Queen's college Step Test for estimation of maximum oxygen uptake in female students.* Indian J Med. Res, 2005. 121: p. 32-35.
26. Foss M.L and Keteyian S, *The Physiological Basis for Exercise and Sport*, ed. 6. 1998: William C Brown Pub; 6th edition (January 15, 1998). 620.
27. Scanlan AT, D.B., Reaburn P, Dalbo VJ., *The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition.* J Sci Med Sport, 2012. 15(4): p. 341-347.
28. Steven Chen, D.C., Graduate Assistant, *Basketball Conditioning.* The Sport Digest, 2002 - 2010.
29. Ratajczyk-Drobna E., *Measured and predicted oxygen uptake in highly qualified athletes.* Ann Acad Med Stetin., 1995. 41: p. 87-108.
30. Hermansen L, S.B., *Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise.* Journal of Applied Physiology, 1969. 26(1): p. 31-37.
31. Pollock ML, F.C., Schmidt D, Hellman C, Linnerud AC, Ward A, *Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women.* Am Heart J., 1982. 103(3): p. 363-373.
32. Trabulo M, M.M., Mesquita A, Seabra-Gomes R., *Does the modified Bruce protocol induce physiological stress equal to that of the Bruce protocol?* Rev Port Cardiol, 1994. 13(10): p. 753-760; 735-736.
33. Michael B.S, et al., *Maximal Graded Exercise Test Protocol Preferences of Relatively Fit College Students.* Measurement in Physical Education and Exercise Science, 2001. 5(1): p. 1-12.
34. Gürsel Y, S.B., Gök H, Yalçin P., *The peak oxygen uptake of healthy Turkish children with reference to age and sex: a pilot study.* Turk J Pediatr, 2004. 46(1): p. 38-43.

35. Åstrand P. O. and I. Ryhming, *A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) From Pulse Rate During Submaximal Work.* Journal of Applied Physiology, 1954. 7(2): p. 218-221.

36. Cink., R.E. and T.R. Thomas, *Validity of the Astrand-Ryhming nomogram for predicting maximal oxygen intake.* Br J Sports Med, 1981. 15(3): p. 182-185.

37. Macsween, A., *The reliability and validity of the Astrand nomogram and linear extrapolation for deriving VO2max from submaximal exercise data.* J Sports Med Phys Fitness., 2001. 41(3): p. 312-317.

38. Dorociak, J.J., *Validation of Running Tests of* 4*,* 8*, and* 12 *Minutes Duration in Estimating Aerobic Power for College Women of Different Fitness Level*. 1981, The Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. p. 122.

39. Greg, M.K., et al., *Estimation of VO2max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight.* Medicine and science in sport and Exercise, 1987. 19(3).

40. Grant S, C.K., Amjad A M, Wilson J , Aitchison T *A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake.* Br J Sports Med, 1995. 29: p. 147-152.

41. Marko D. S., et al., *IS THE MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION SINGLE BEST PREDICTOR OF SHUTTLE-RUN TEST?* Serbian Journal of Sports Sciences, 2007. 1(2): p. 67-73.

42. K. C. Darr , et al., *Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise.* American Journal of Physiology- Heart and Circulatory Physiology, 1988. 254(2): p. H340-H343.

43. Kadoya M, et al., *Influence of physical workload patterns and breaks on heart rate recovery.* Sangyo Eiseigaku Zasshi, 2010. 52(1): p. 12-20.

44. Richard W. Best, M.A.S., *The Accuracy of Children's Counting of Exercise Heart Rates.* Pediatric Exercise Science, 1991. 3: p. 229-237.

45. Seaward BL, S.R., McAuliffe T, Clapp JF 3rd, *The precision and accuracy of a portable heart rate monitor.* Biomed Instrum Technol, 1990. 24(1): p. 37-41.

Chulalongkorn University

46. Goodie, J., K.T. Larkin, and S. Schauss, *Validation ofPolarheart rate monitor for assessing heart rate during physical and mental stress.* Journal of Psychophysiology,, 2000. 14(3): p. 159-164.
47. Carlo Castagnaa, et al., *The Yo—Yo intermittent recovery test in basketball players.* Journal of Science and Medicine in Sport, 2008. 11: p. 202-208.
48. Bryan D. Burnstein, Russell J. Steele, and Ian Shrier, *Reliability of Fitness Tests Using Methods and Time Periods Common in Sport and Occupational Management.* Journal of Athletic Training, 2011. 46(5): p. 505-513.
49. Fox, E.L. and D.K. Mathews, *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. 1981: Saunders College Publishing.
50. Robergs R.A. and Keteyian S.J., *Fundamentals of Exercise Physiology : For Fitness, Performance, and Health*. 2003, McGraw Hill.
51. M. Glaister, et al., *The influence of aerobic fitness on the recovery of peak power output.* Eur J Appl Physiol, 2014. 114: p. 2447-2454.
52. Cole C. R., et al., *Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality.* N Engl J Med, 1999. 341: p. 1351-1357.
53. Froelicher V. and Myers J., *Exercise and the Heart*. fifth ed ed. 2006, Philadelphia.
54. กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ, เกณฑ์การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของการกีฬาแห่งประเทศไทย. การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2000.

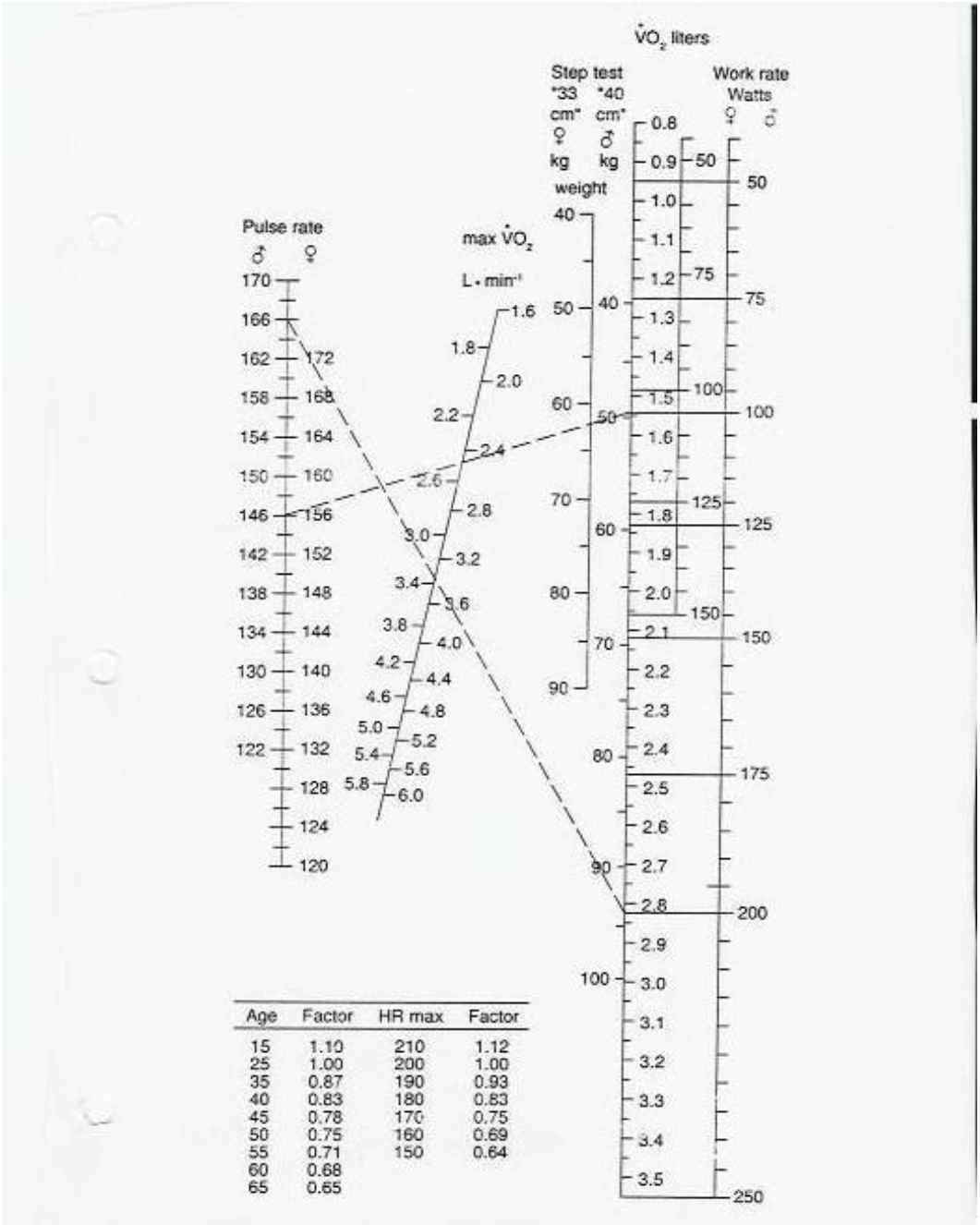
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก : Astrand Rhyming Nomogram

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Astrand Rhyming Nomogram



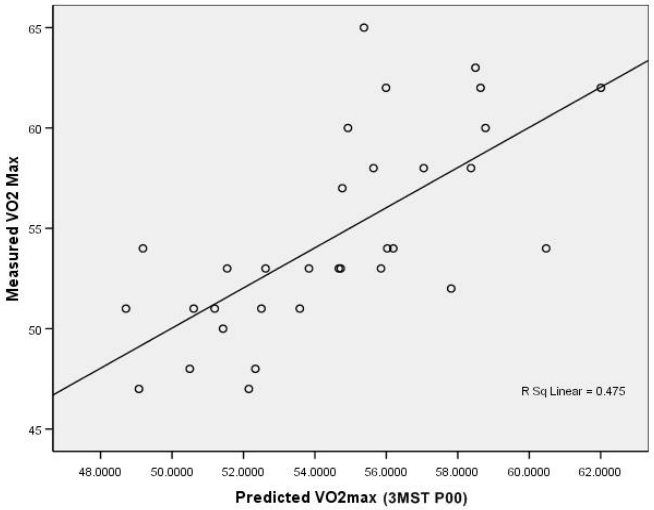
Age	Factor	HR max	Factor
15	1.10	210	1.12
25	1.00	200	1.00
35	0.87	190	0.93
40	0.83	180	0.83
45	0.78	170	0.75
50	0.75	160	0.69
55	0.71	150	0.64
60	0.68		
65	0.65		

ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดง Astrand Rhyming Nomogram ในการประมาณค่า VO_2max ที่ได้จากการทดสอบโดยจักรยานวัดงาน (Astrand Cycle Test)

ภาคผนวก ข : แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) ระหว่าง Heart Rate, ส่วนสูง, น้ำหนักและอายุของผู้เข้าร่วมงานวิจัย กับ ค่า VO_2max ที่ได้จากการวิเคราะห์ก๊าซ



ภาพภาคผนวกที่ 2 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการ Predicted VO_2max = 162.52-.408(Height(cm))-.278(HR P00(bpm))

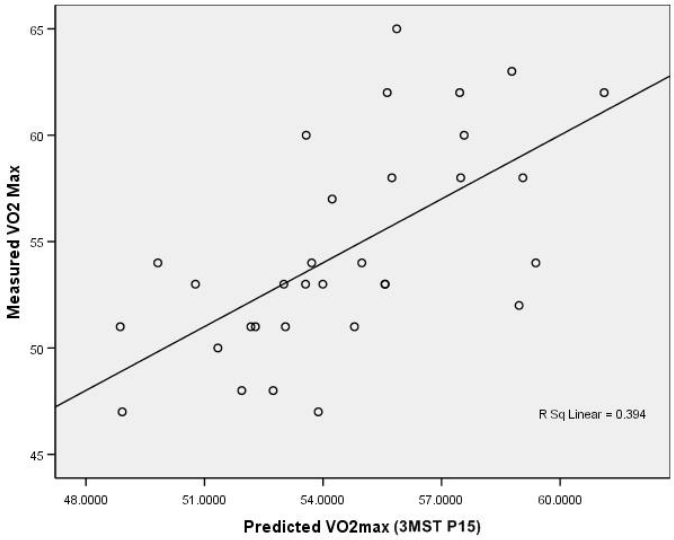
(r^2 = 0.475, r = 0.689, SEE = 3.696, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.437	-0.278	-0.086	-3.247	0.003*
Height	-0.545	-0.408	-0.101	-4.046	0.000*
	r=0.689		r^2=0.475	F=13.10*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ในการทดสอบ 3MST (P00) คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที



ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 137.32-.355(Height(cm))-.164(HR P15(bpm))

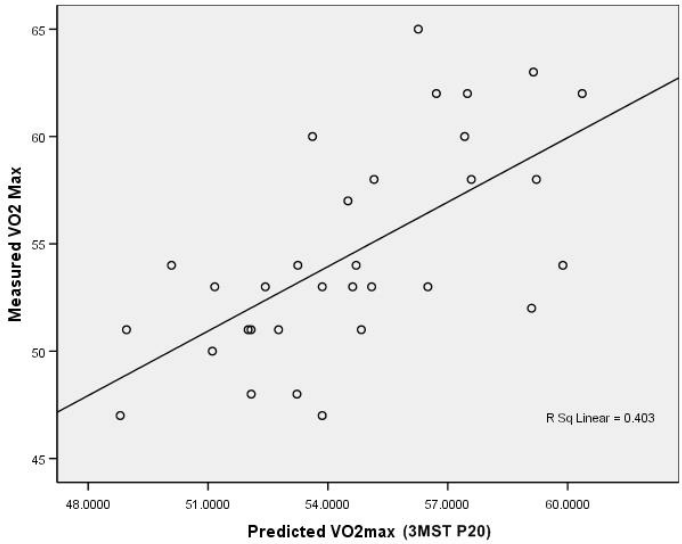
(r^2 = 0.394, r = 0.627, SEE = 3.970, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P15)

ปัจจัย	ß	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.337	-0.164	-0.071	-2.294	0.029
Height	-0.474	-0.355	-0.110	-3.231	0.003*
	r=0.627		r^2=0.394	F=9.41*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ในการทดสอบ 3MST (P15) คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว15วินาที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 4</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max=129.83-.324(Height(cm))-.155(HR P20(bpm))

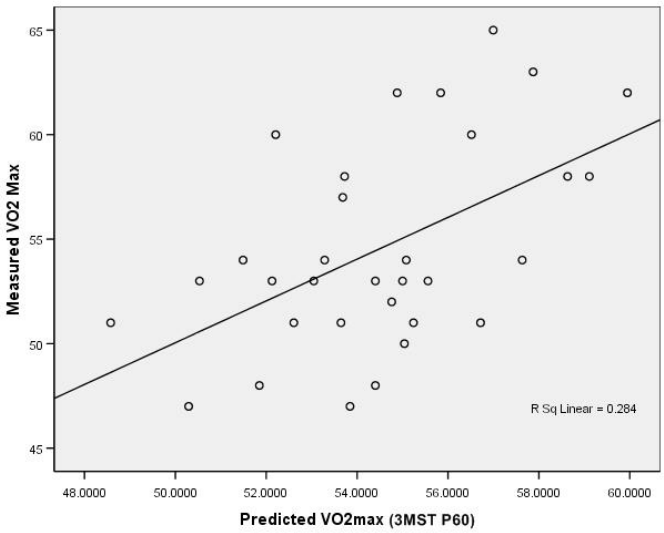
(r^2 = 0.403, r = 0.635, SEE = 3.940, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 3</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.359	-0.155	-0.065	-2.407	0.023*
Height	-0.433	-0.324	-0.112	-2.899	0.007*
	r=0.635		r^2=0.403	F=9.79*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 3MST (P20) คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว20วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max=126.98-.399(Height(cm))

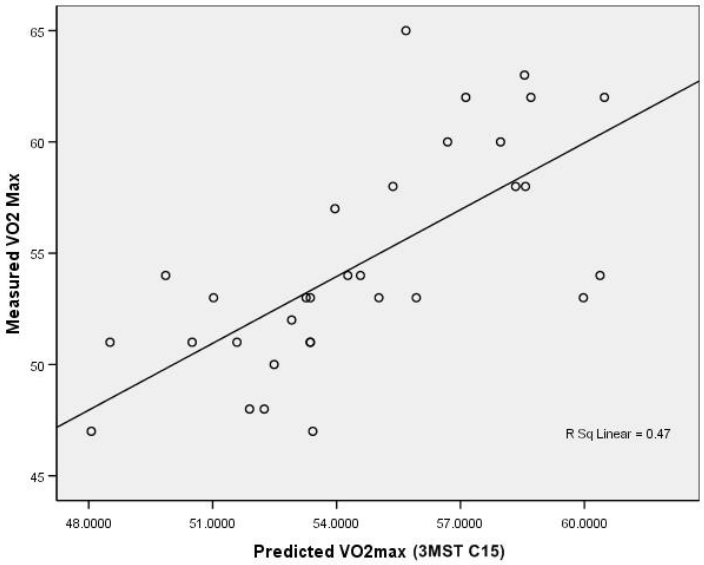
(r^2 = 0.284, r = 0.533, SEE = 4.243, p-value=.002)

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 3MST (P60) คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max=140.08-.372(Height(cm))-.171(HR C15(bpm))

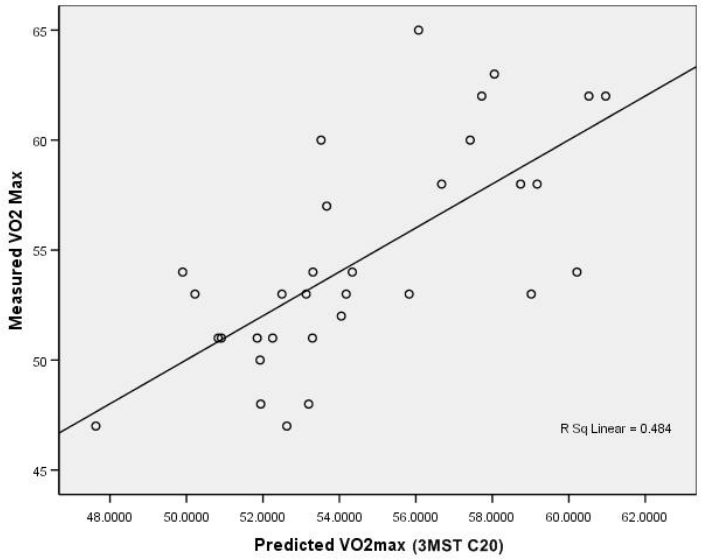
(r^2 = 0.470, r = 0.686, SEE = 3.711, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C15)	-0.433	-0.171	-0.053	-3.195	0.003*
Height	-0.497	-0.372	-0.102	-3.667	0.001*
	r=0.686		r^2=0.470	F=12.86*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 3MST (C15) คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max=140.18-.361(Height(cm))-.198(HR C20) (bpm))

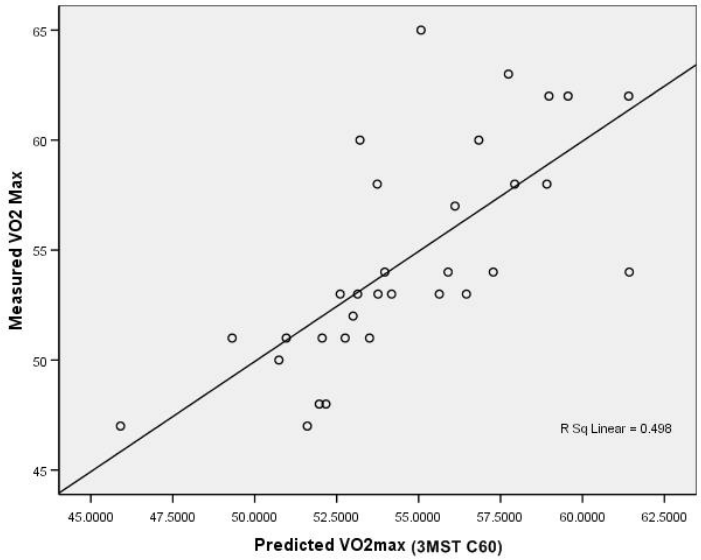
(r^2 = 0.484, r = 0.696, SEE = 3.662, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C20)	-0.451	-0.198	-0.059	-3.359	0.002*
Height	-0.482	-0.361	-0.100	-3.594	0.001*
	r=0.696		r^2=0.484	F=13.62*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 3MST (C20) คือความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 8 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 3MST โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max=97.08-.272(HR C60(bpm))-.213(weight(kg))

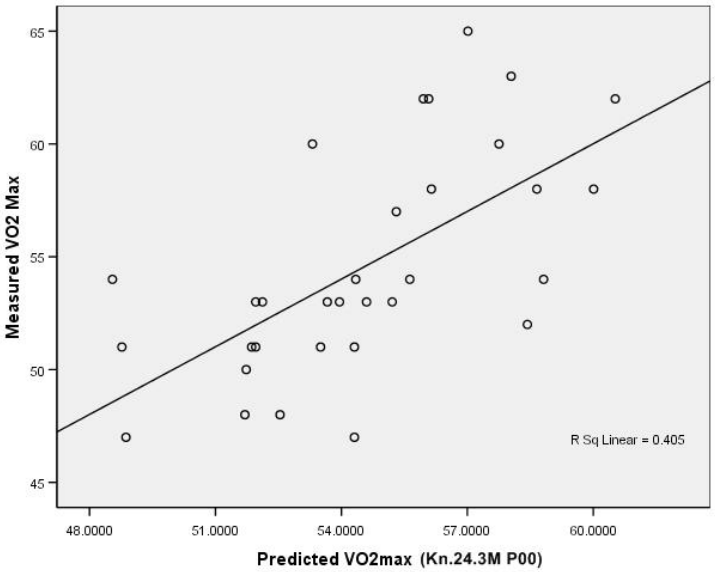
(r^2 = 0.498, r = 0.706, SEE = 3.612, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 3MST (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.547	-0.272	-0.065	-4.160	0.000*
Weight	-0.436	-0.213	-0.064	-3.313	0.002*
	r=0.706		r^2=0.498	F=14.39*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 3MST (C60) คือ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 9</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการPredicted VO_2max = 134.10-.322(Height(cm))-.161(HR P00(bpm))

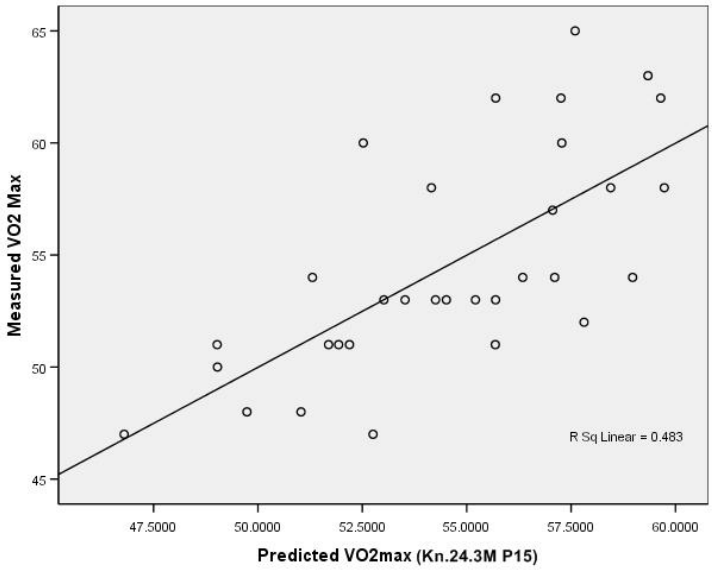
(r^2 = 0.405, r = 0.636, SEE = 3.933, p-value=.001)

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.363	-0.161	-0.066	-2.433	0.021*
Height	-0.430	-0.322	-0.112	-2.880	0.007*
	r=0.636		r^2=0.405	F=9.87*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (P00) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 10</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 94.18-.196(HR P15(bpm))-.217(weight(kg))

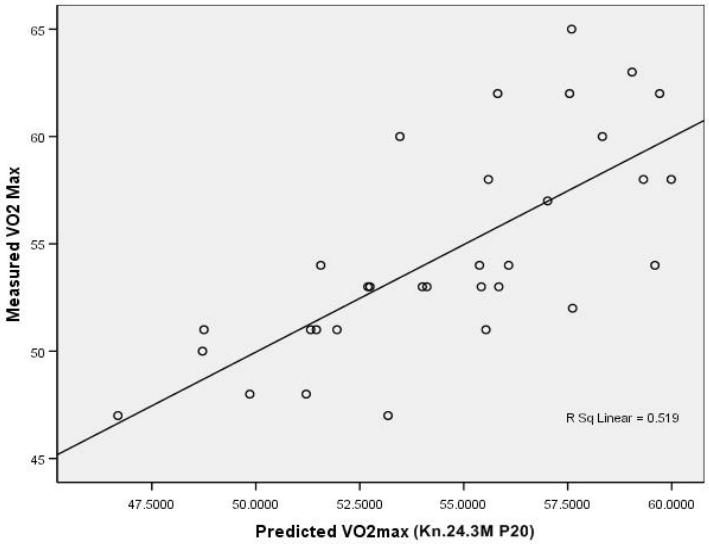
(r^2 = 0.483, r = 0.695, SEE = 3.664, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 9</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.534	-0.196	-0.049	-4.000	0.000*
Weight	-0.442	-0.217	-0.065	-3.313	0.002*
	r=0.695		r^2=0.483	F=13.57*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (P15) คือ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว15วินาที และน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 11</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max=91.66-.187(HR P 20s(bpm))-.215(weight(kg))

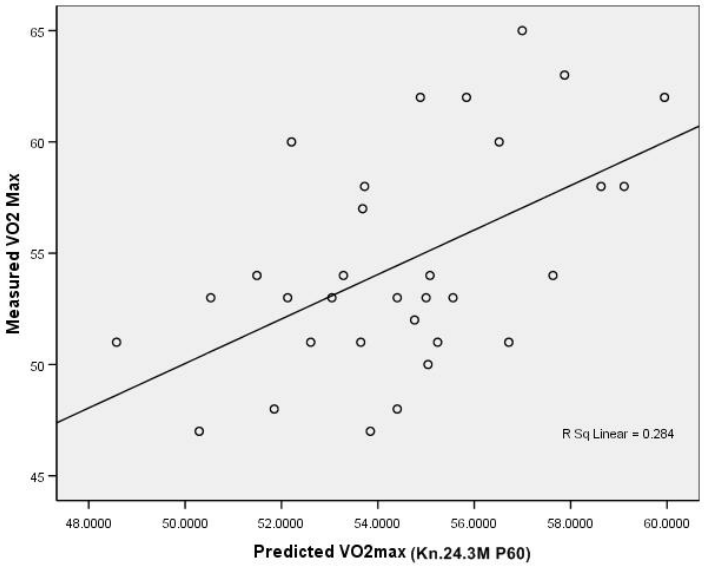
(r^2=0.519, r=0.720, SEE=3.536, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 10</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.566	-0.187	-0.043	-4.395	0.000*
Weight	-0.438	-0.215	-0.063	-3.403	0.002*
	r=0.720		r^2=0.519	F=15.64*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (P20) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว20วินาที และน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 12 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max=126.98-.399(Height (cm))

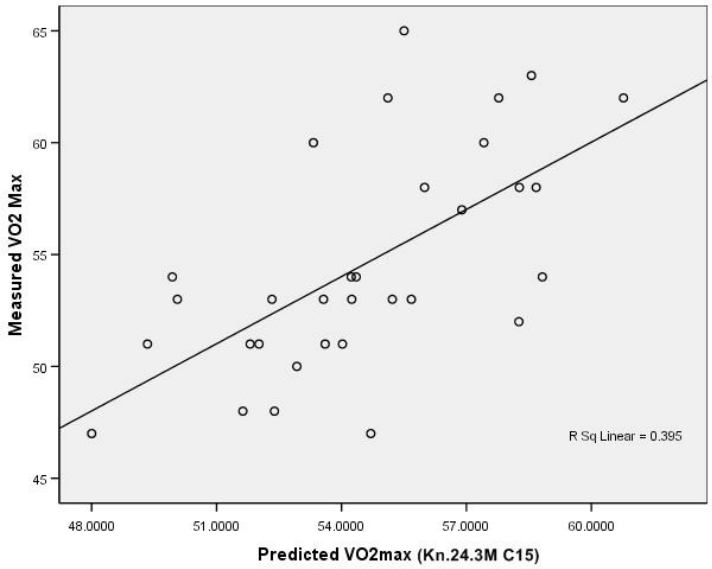
(r^2=0.284, r=.533, SEE=4.243, p-value=.002)

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (P60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 13</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max=128.82-.336(Height(cm))-.116(HR C15(bpm))

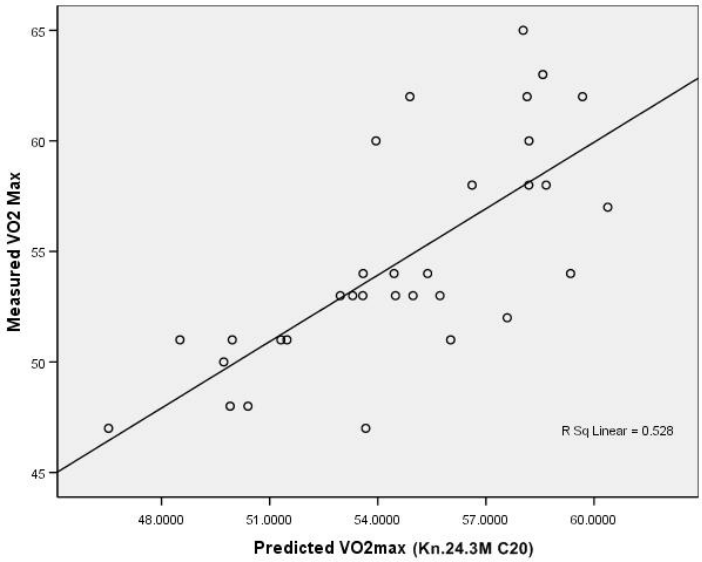
(r^2=0.395, r=.628, SEE=3.967, p-value=.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 12</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	p
HR(C15)	-0.344	-0.116	-0.051	-2.305	0.029*
Height	-0.448	-0.336	-0.112	-3.007	0.005*
	r=0.628		r^2=0.395	F=9.45*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (C15) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 14 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max=93.88-.199(HR C20(bpm))-.232(weight(kg))

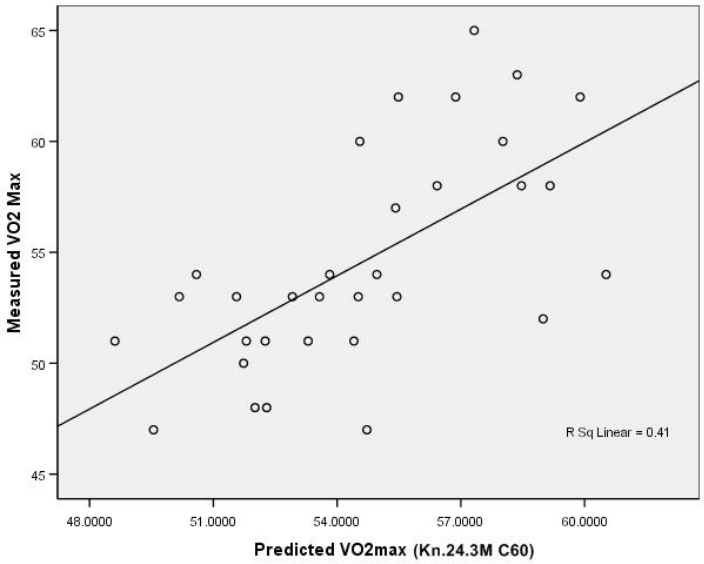
(r^2=0.528, r=0.727, SEE=3.501, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C20)	-0.575	-0.199	-0.044	-4.504	0.000*
Weight	-0.475	-0.232	-0.063	-3.716	0.001*
	r=0.727		r^2=0.528	F=16.25*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (C20) คือ Heart Rate ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 15</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max=131.81-.347(Height(cm))-.139(HR C60(bpm))

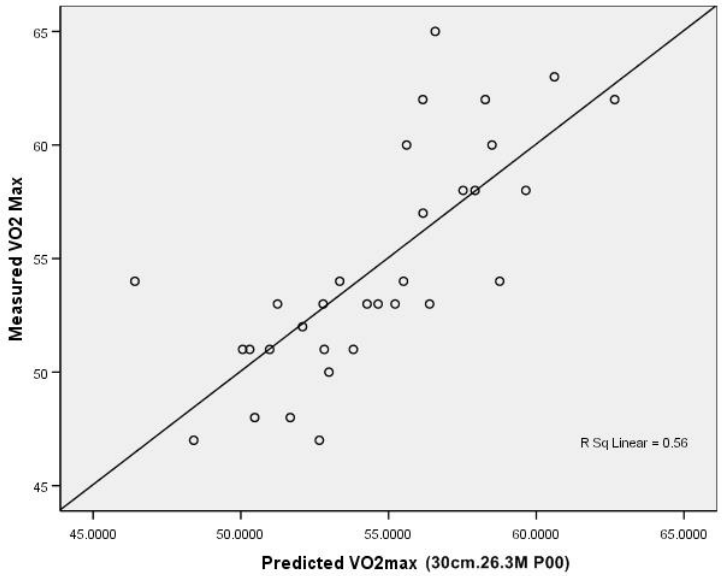
(r^2=0.410, r=.640, SEE=3.916, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 14</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.3M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.362	-0.139	-0.056	-2.492	0.019*
Height	-0.464	-0.347	-0.109	-3.191	0.003*
	r=0.640		r^2=0.410	F=10.08*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.3M (C60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 16</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการPredicted VO_2max=155.33-.331(HR P00(bpm)) -.329(Height(cm))

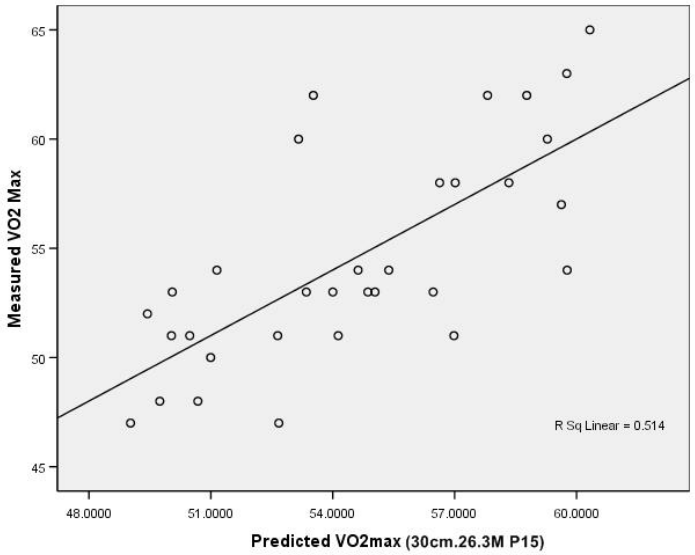
(r^2=0.560, r=.748,SEE=3.383, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 15</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.534	-0.331	-0.078	-4.264	0.000*
Height	-0.439	-0.329	-0.094	-3.508	0.001*
	r=0.748		r^2=0.560	F=18.43*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (P00) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันทีและความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 17 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max=103.97-.301(HR P15(bpm))-.203(weight(kg))

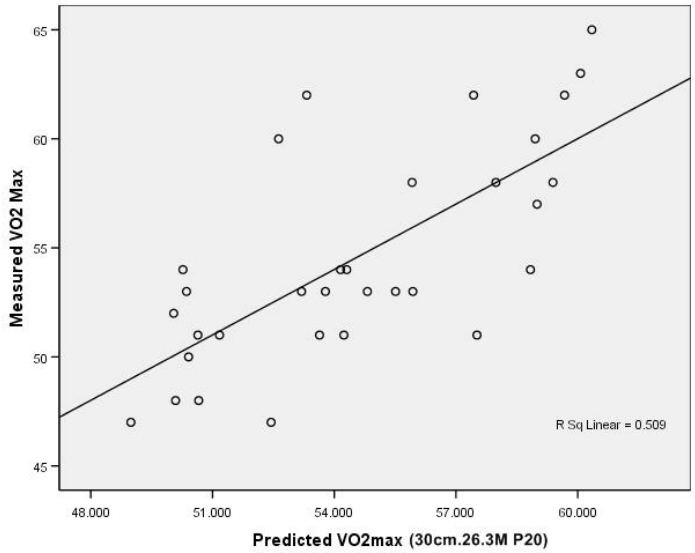
(r^2=0.514, r=.717, SEE=3.553, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.563	-0.301	-0.069	-4.343	0.000*
Weight	-0.414	-0.203	-0.063	-3.191	0.003*
	r=0.717		r^2=0.514	F=15.36*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (P15) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 18 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการคือPredicted VO_2max=103.49-.310(HR P20(bpm))-.210(weight(kg))

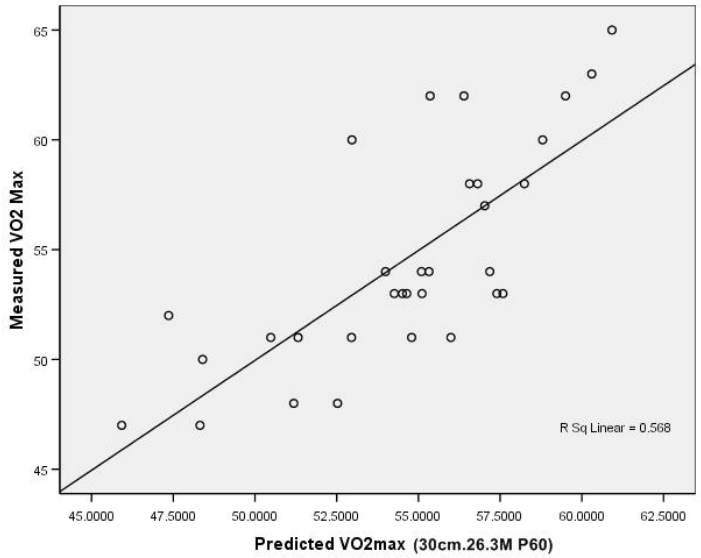
(r=.714, r^2=0.509, SEE=3.571, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.558	-0.310	-0.072	-4.287	0.000*
Weight	-0.428	-0.210	-0.064	-3.289	0.003*
	r=0.714		r^2=0.509	F=15.06*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (P20) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 19</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max=104.10-.358(HR P60(bpm))-.221(weight(kg))

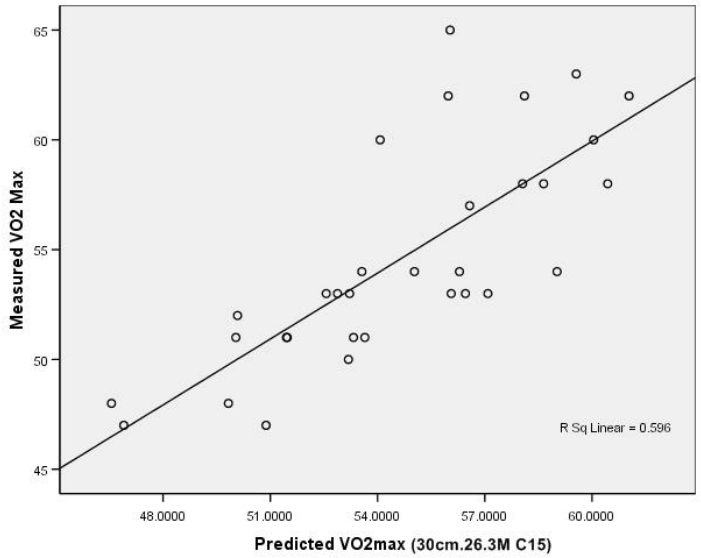
(r^2=0.568, r=.754, SEE=3.351, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 18</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P60)	-0.608	-0.358	-0.072	-4.979	0.000*
Weight	-0.451	-0.221	-0.060	-3.694	0.001*
	r=0.754		r^2=0.568	F=19.06*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (P60) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 20</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max=147.95-.363(HR C15(bpm)) -.284(Height(cm))

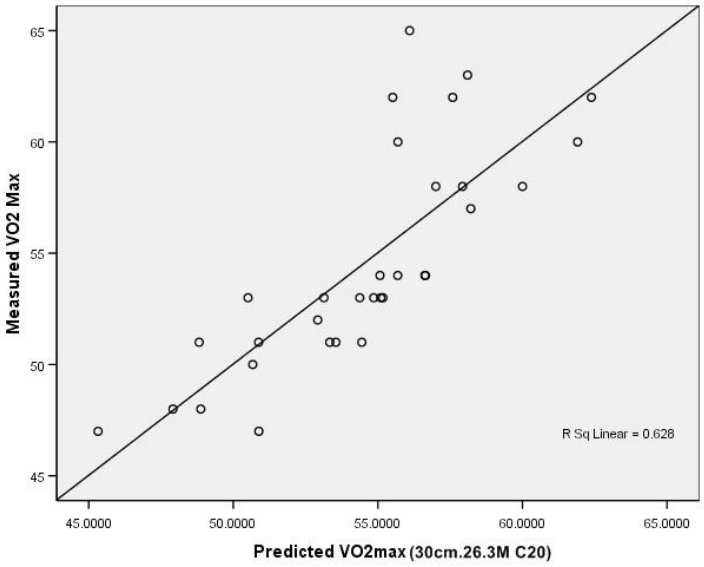
(r^2=0.596, r=.772, SEE=3.239, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 19</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C15)	-0.580	-0.363	-0.077	-4.740	0.000*
Height	-0.380	-0.284	-0.092	-3.103	0.004*
	r=0.772		r^2=0.596	F=21.42*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (C15) คือ Heart Rate*ที่*ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาทีและความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 21 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max=161.43-.415(HR C20(bpm)) -.345(Height(cm))

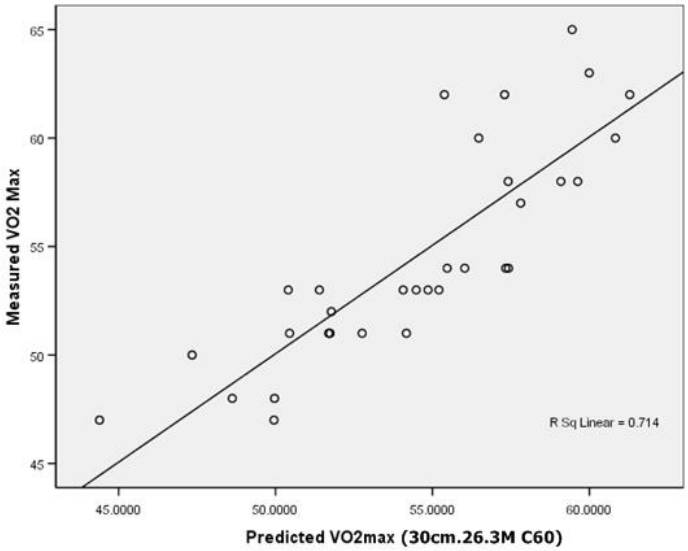
(r^2=0.628, r=.792,SEE=3.111, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	p
HR(C20)	-0.591	-0.415	-0.080	-5.176	0.000*
Height	-0.461	-0.345	-0.085	-4.036	0.000*
	r=0.792		r^2=0.628	F=24.44*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (C20) คือ Heart Rateที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาทีและความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 22</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ 30cm.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max=140.66-.419(HR C60(bpm)) -.248(Height(cm))

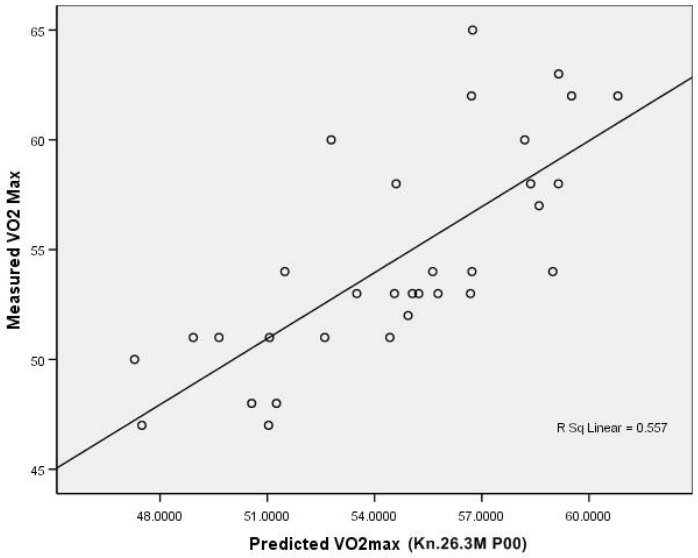
(r^2=0.714, r=.845,SEE=2.726, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 21</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ 30cm.26.3M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.686	-0.419	-0.063	-6.608	0.000*
Height	-0.331	-0.248	-0.078	-3.187	0.003*
	r=0.845		r^2=0.714	F=36.22*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ 30cm.26.3M (C60) คือ Heart Rateที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาทีและความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 23</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการPredicted VO_2max = 100.96-.219(HR P60(bpm))-.236(weight(kg))

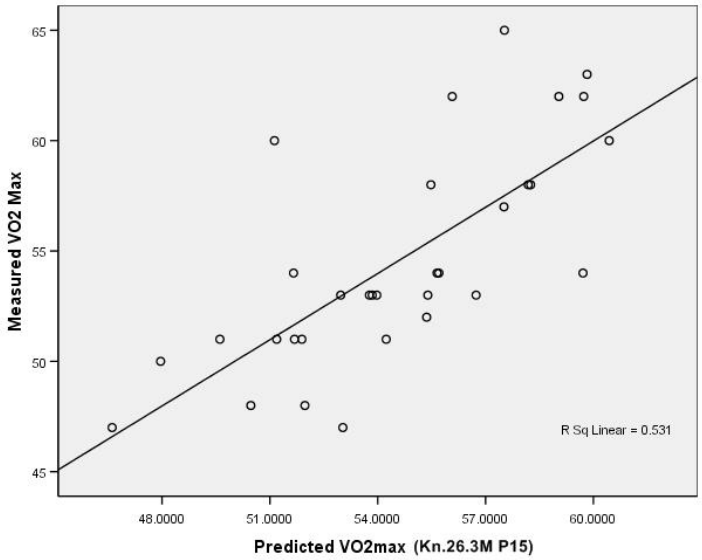
(r^2 = 0.557, r = 0.746, SEE=3.393, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 22</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.600	-0.219	-0.045	-4.845	0.000*
Weight	-0.482	-0.236	-0.061	-3.897	0.001*
	r=0.746		r^2=0.557	F=18.24*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (P00) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 24</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 94.46-.185(HR P15(bpm))-.236(weight(kg))

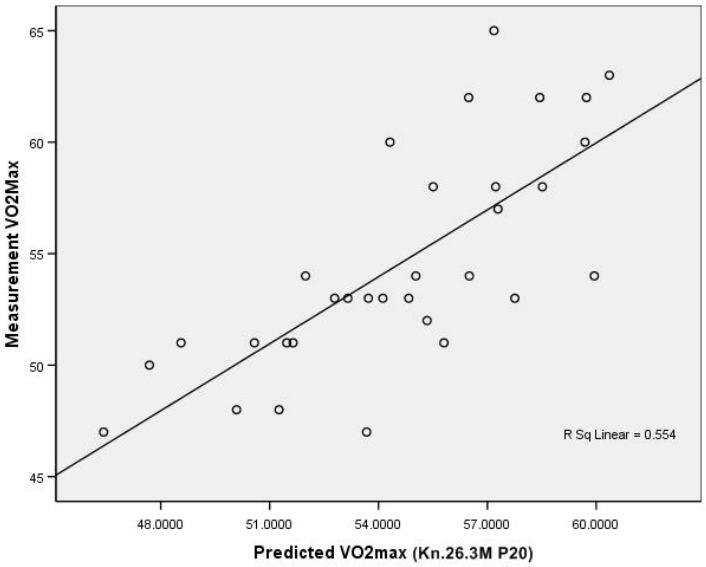
(r^2 = 0.531, r = 0.728, SEE = 3.493, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 23</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.577	-0.185	-0.041	-4.529	0.000*
Weight	-0.483	-0.236	-0.062	-3.787	0.001*
	r=0.728		r^2=0.531	F=16.39*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (P15) คือ Heart Rate*ที่*ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 25</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 93.72-.177(HR P20(bpm))-.255(weight(kg))

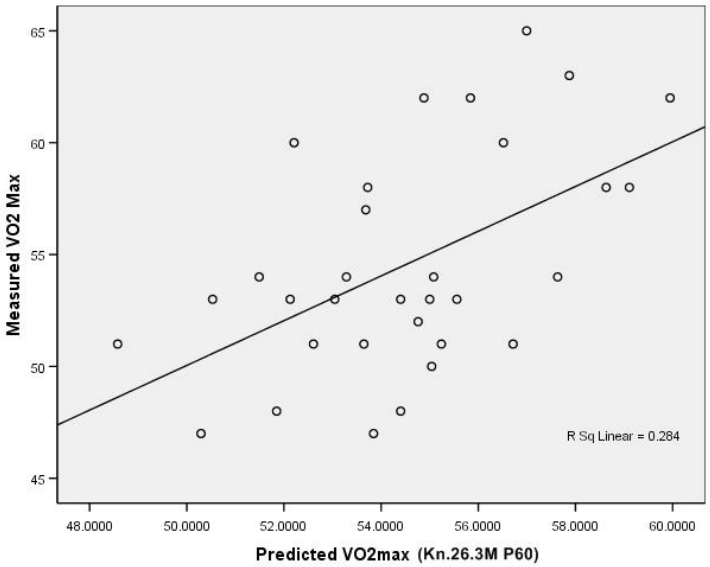
(r^2 = 0.554, r = 0.744, SEE = 3.407, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 24</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.601	-0.177	-0.037	-4.802	0.000*
Weight	-0.521	-0.255	-0.061	-4.166	0.000*
	r=0.744		r^2=0.554	F=17.98*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (P20) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 26</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 126.98-.399(Height(cm))

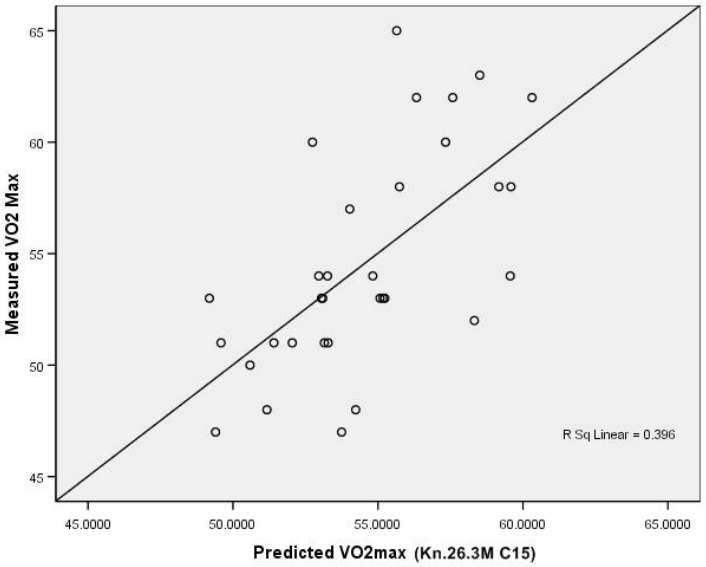
(r^2 = 0.284, r = 0.533, SEE = 4.243, p-value=.002)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 25</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (P60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 27</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 129.95-.347(Height(cm))-.105(HR C15(bpm))

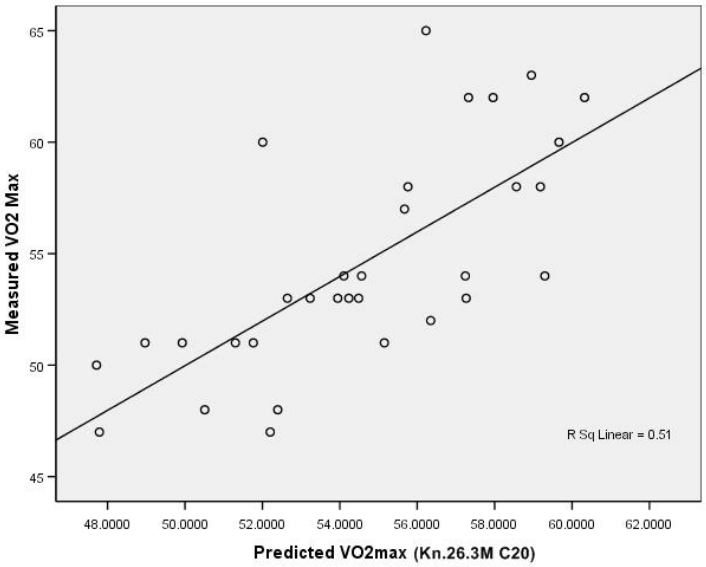
(r^2 = 0.396, r = 0.629, SEE = 3.962, p-value=.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 26</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C15)	-0.343	-0.105	-0.045	-2.326	0.027*
Height	-0.463	-0.347	-0.110	-3.143	0.004*
	r=0.629		r^2=0.396	F=9.52*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (C15) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 28</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 92.13-.164(HR C20(bpm))-.257(weight(kg))

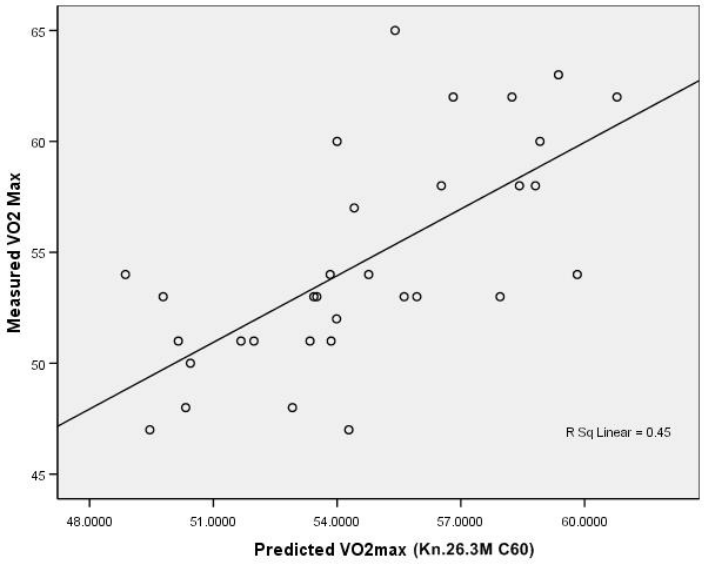
(r^2 = 0.510, r = 0.714, SEE = 3.569, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 27</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C20)	-0.564	-0.164	-0.038	-4.294	0.000*
Weight	-0.525	-0.257	-0.064	-4.001	0.000*
	r=0.714		r^2=0.510	F=15.10*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (C20) คือ Heart Rateที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 29 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.26.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 126.75-.323(Height(cm))-.130(HR C60(bpm))

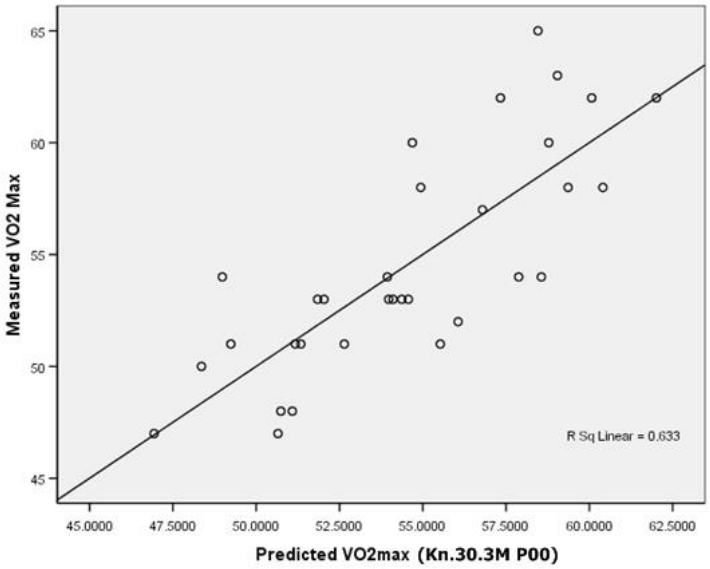
(r^2 = 0.450, r = 00.671, SEE = 3.782, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.26.3M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.420	-0.130	-0.044	-2.959	0.006*
Height	-0.431	-0.323	-0.106	-3.040	0.005*
	r=0.671		r^2=0.450	F=11.85*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.26.3M (C60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย และHeart Rateได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 30</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการPredicted VO_2max = 103.40-.235(HR P00(bpm))-.211(weight(kg))

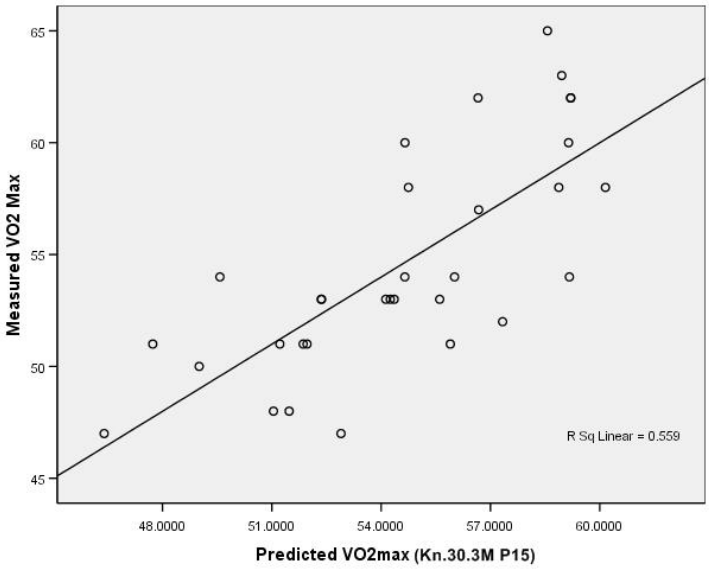
(r^2 = 0.633, r = 0.796, SEE = 3.088, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 29</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.659	-0.235	-0.040	-5.862	0.000*
Weight	-0.432	-0.211	-0.055	-3.838	0.001*
	r=0.796		r^2=0.633	F=25.03*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (P00) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 31 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 92.20-.167(HR P15(bpm))-.218(weight(kg))

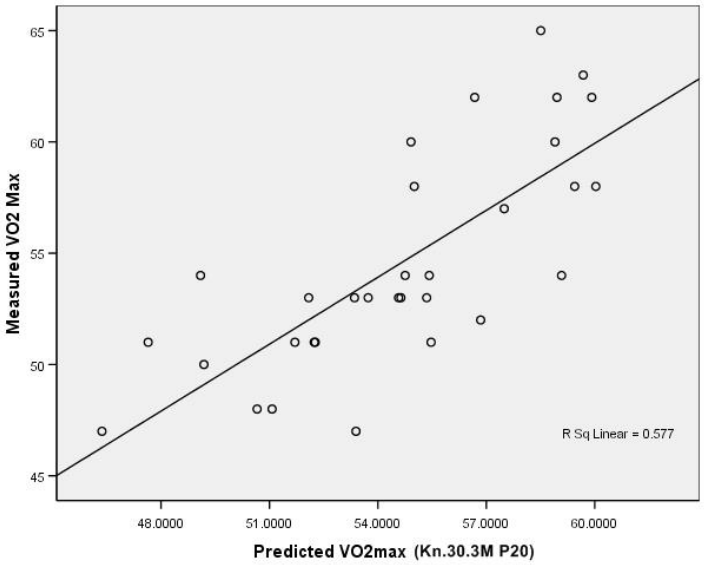
(r^2 = 0.559, r = 0.747, SEE =3 .387, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.600	-0.167	-0.034	-4.865	0.000*
Weight	-0.445	-0.218	-0.060	-3.604	0.001*
	r=0.747		r^2=0.559	F=18.36*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (P15) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 32 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 89.62-.160(HR P20(bpm))-.209(weight(kg))

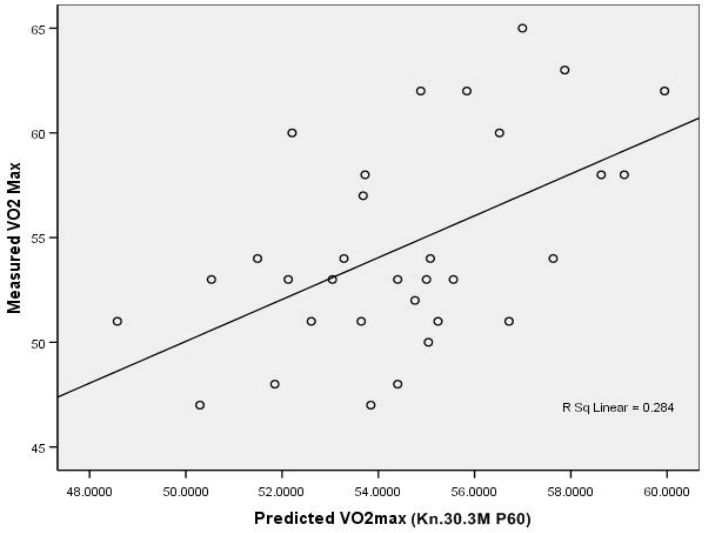
(r^2 = 0.577, r = 0.760, SEE = 3.316, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.615	-0.160	-0.031	-5.094	0.000*
Weight	-0.427	-0.209	-0.059	-3.538	0.001*
	r=0.760		r^2=0.577	F=19.78*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (P20) คือ Heart Rateได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 33</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 126.98-.399(Height(cm))

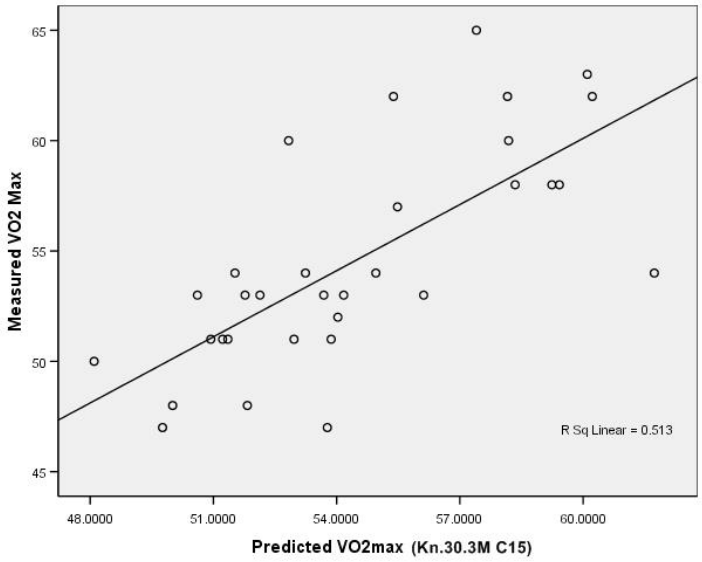
(r^2 = 0.284, r = 0.533, SEE=4.243, p-value=.002)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 32</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (P60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 34 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 143.45-.381(Height(cm))-.155(HR C15(bpm))

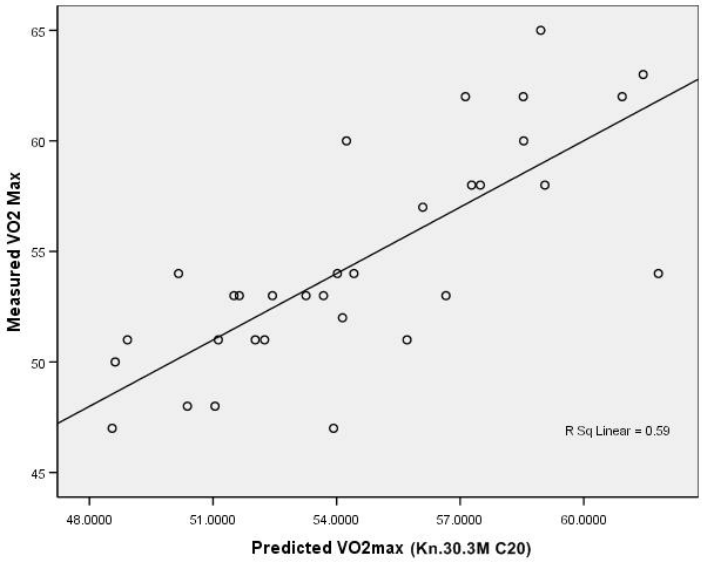
(r^2 = 0.513, r = 0.716, SEE = 3.558, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C15)	-0.479	-0.155	-0.042	-3.695	0.001*
Height	-0.508	-0.381	-0.097	-3.916	0.001*
	r=0.716		r^2=0.513	F=15.27*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (C15) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและHeart Rateที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 35 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 140.78-.192(HR C20(bpm))-.345(Height)(cm))

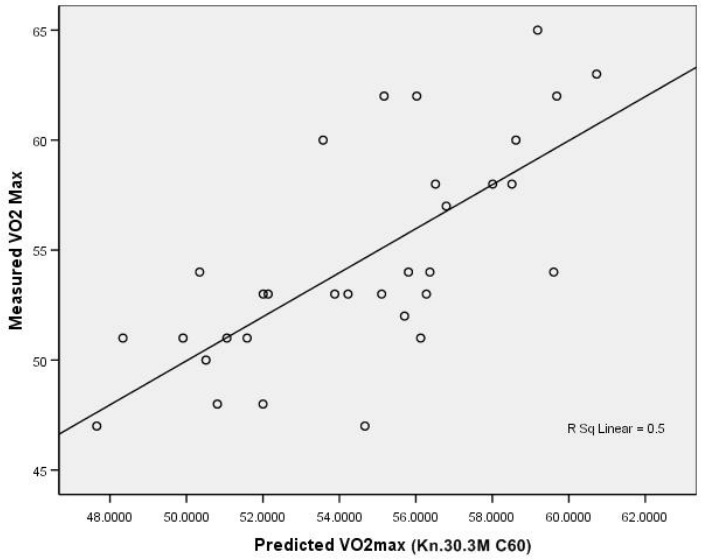
(r^2 = 0.590, r = 0.768, SEE = 3.264, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 34 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C20)	-0.558	-0.192	-0.041	-4.656	0.000*
Height	-0.460	-0.345	-0.090	-3.839	0.001*
	r=0.768		r^2=0.590	F=20.87*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (C20) คือ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาทีและความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 36 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.30.3M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 94.61-.188(HR C60(bpm))-.255(weight (kg))

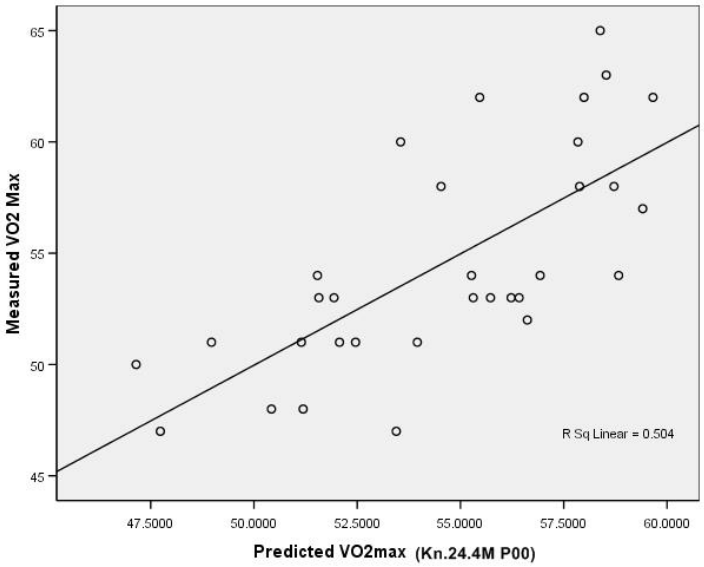
(r^2 = 0.500, r = 0.707, SEE = 3.607, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.30.3M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.554	-0.188	-0.045	-4.178	0.000*
Weight	-0.520	-0.255	-0.065	-3.924	0.000*
	r=0.707		r^2=0.500	F=14.48*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.30.3M (C60) คือ Heart Rate ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 37</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการPredicted VO_2max = 101.82-.243(HR P00(bpm))-.208(weight(kg))

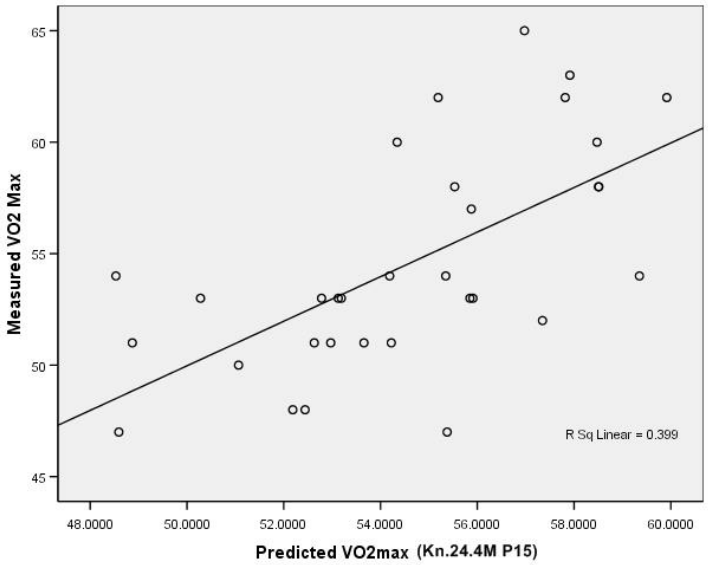
(r^2 = 0.504, r = 0.710, SEE = 3.591, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 36</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.553	-0.243	-0.058	-4.225	0.000*
Weight	-0.425	-0.208	-0.064	-3.247	0.003*
	r=0.710		r^2=0.504	F=14.73*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.4M (P00) คือ Heart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 38</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 126.50-.313(Height(cm))-.125(HR P 15(bpm))

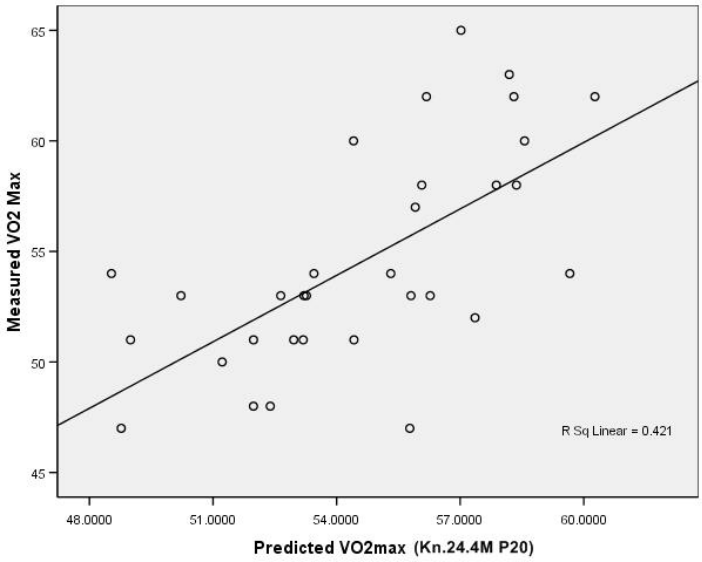
(r^2 = 0.399, r = 0.631, SEE = 3.954,p-value=.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 37</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.358	-0.125	-0.053	-2.356	0.025*
Height	-0.419	-0.313	-0.114	-2.755	0.010*
	r=0.631		r^2=0.399	F=9.61*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.4M (P15) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและHeart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 39 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 123.96-.302(Height(cm))-.127(HR P20(bpm))

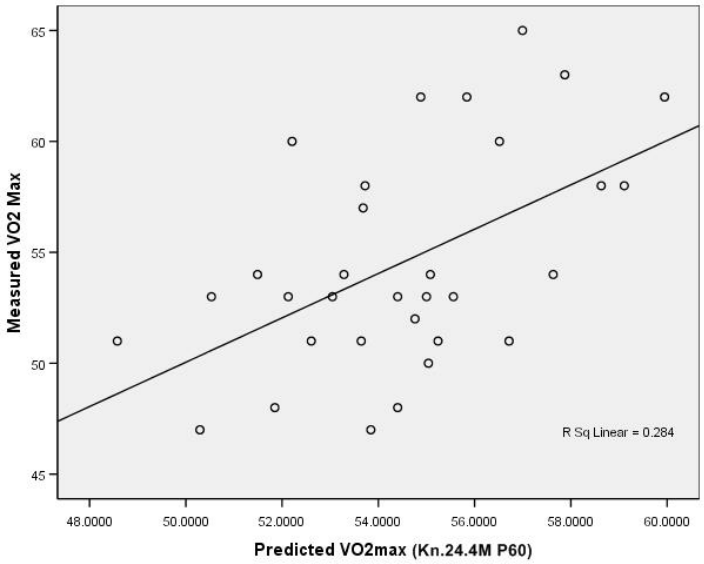
(r^2 = 0.421, r = 0.649, SEE = 3.881, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 38 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.392	-0.127	-0.049	-2.618	0.014*
Height	-0.404	-0.302	-0.112	-2.696	0.012*
	r=0.649		r^2=0.421	F=10.53*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.4M (P20) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและHeart Rateที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 40</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 126.98-.399(Height (cm))

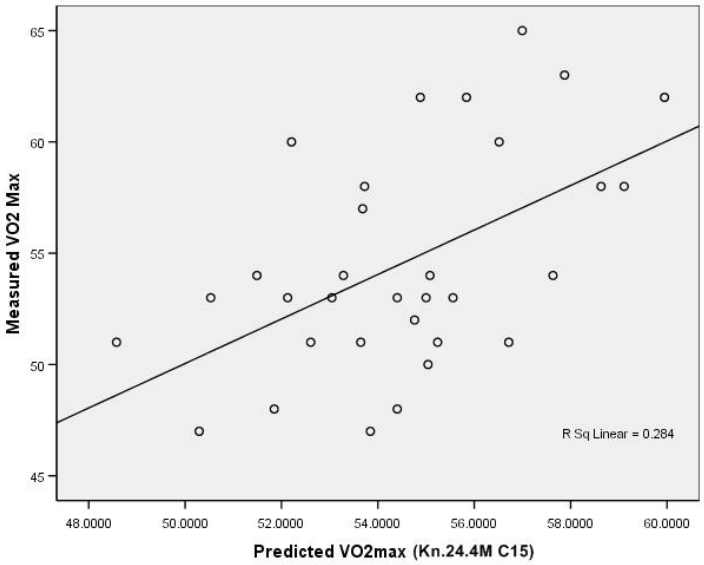
(r^2 = 0.284, r = 0.533, SEE = 4.243, p-value=.002)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 39</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2 max ของการทดสอบ Kn.24.4M (P60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 41 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 126.98-.399(Height(cm))

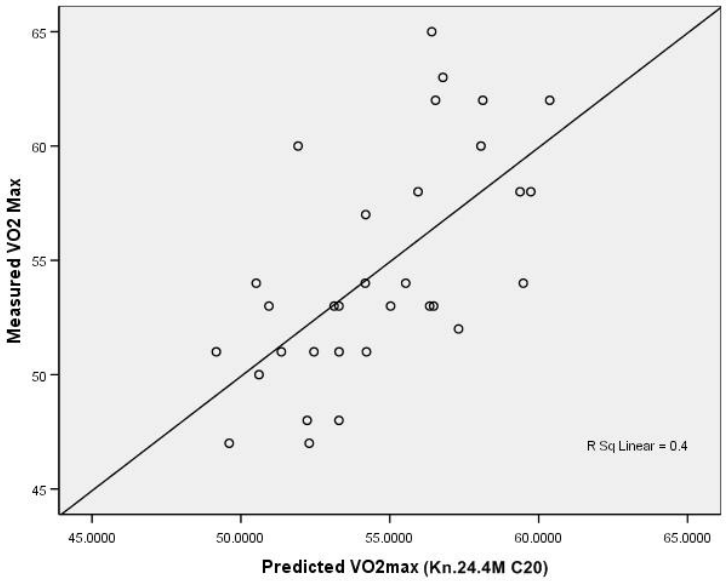
(r^2 = 0.284, r = 0.533, SEE = 4.243, p-value=.002)

ตารางภาคผนวกที่ 40 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.4M (C15) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 42</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 120.61-.302(Height(cm))-.096(HR C20(bpm))

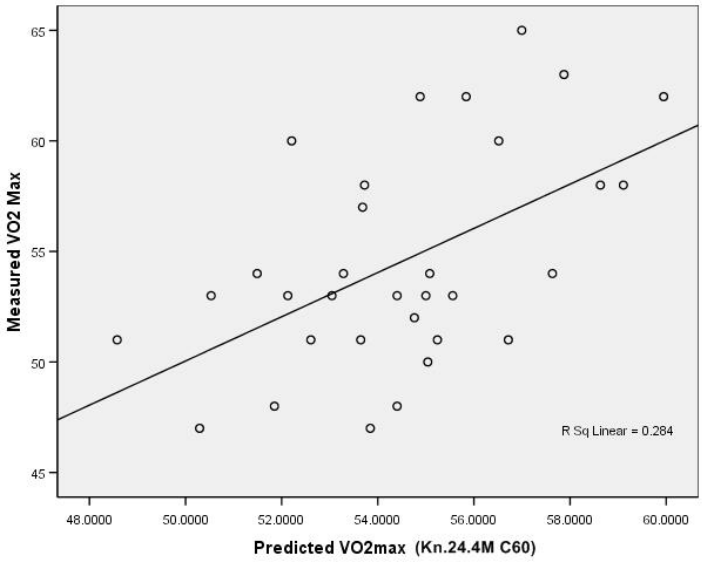
(r^2 = 0.400, r = 0.632, SEE = 3.951, p-value=.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 41</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C20)	-0.364	-0.096	-0.041	-2.367	0.025*
Height	-0.404	-0.302	-0.115	-2.625	0.014*
	r=0.632		r^2=0.400	F=9.65*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.4M (C20) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัยและ Heart Rateได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที



<u>ภาพภาคผนวกที่ 43</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Kn.24.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 126.98-.399(Height (cm))

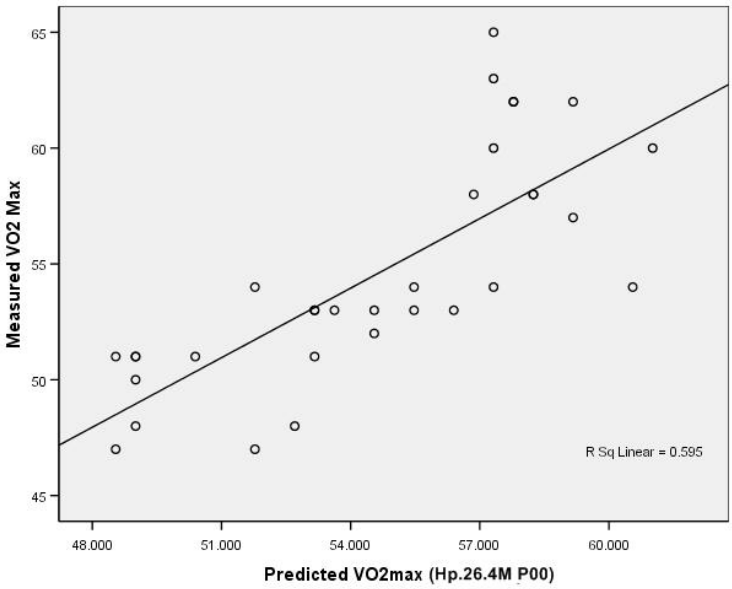
(r^2 = 0.284, r = 0.533, SEE = 4.243, p-value=.002)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 42</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Kn.24.4M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
Height	-0.533	-0.399	-0.116	-3.446	0.002*
	r=0.533		r^2=0.284	F=11.88*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Kn.24.4M (C60) คือ ความสูงของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 44</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที

สมการPredicted VO_2max = 112.76-.462(HR P00(bpm))

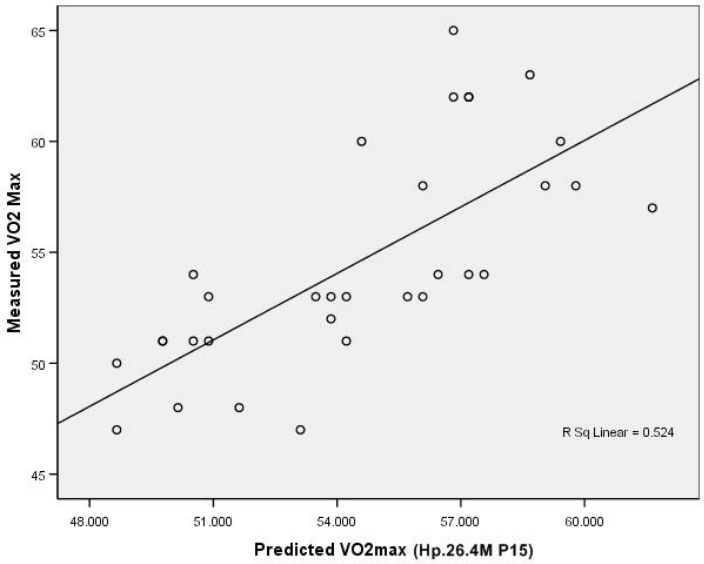
(r^2 = 0.595, r = 0.771, SEE = 3.191, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 43</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P00)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P00)	-0.771	-0.462	-0.070	-6.635	0.000*
	r=0.771		r^2=0.595	F=44.02*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (P00) คือ Heart Rate ของผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบทันที



ภาพภาคผนวกที่ 45 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 97.63-.371(HR P15(bpm))

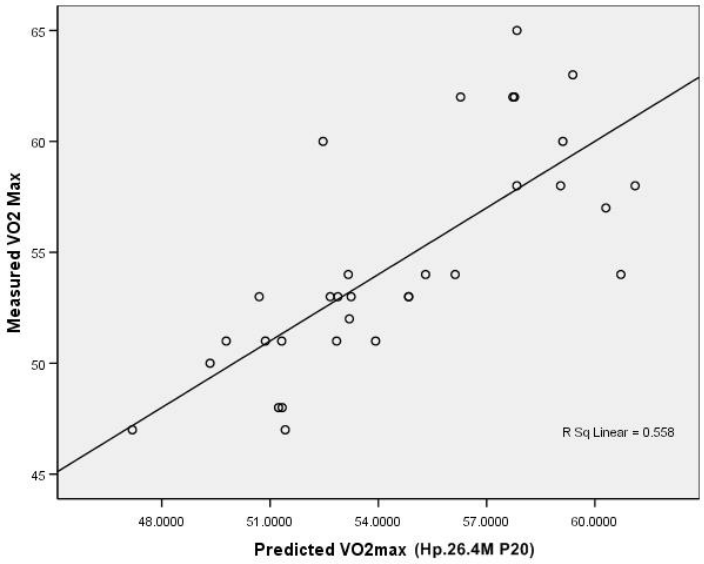
(r^2 = 0.524, r = 0.724, SEE = 3.460, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 44 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P15)	-0.724	-0.371	-0.065	-5.741	0.000*
	r=0.724		r^2=0.524	F=32.96*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (P15) คือ Heart Rate ของผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 15 วินาที



ภาพภาคผนวกที่ 46 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 99.55-.321(HR P20(bpm))-.135(weight (kg))

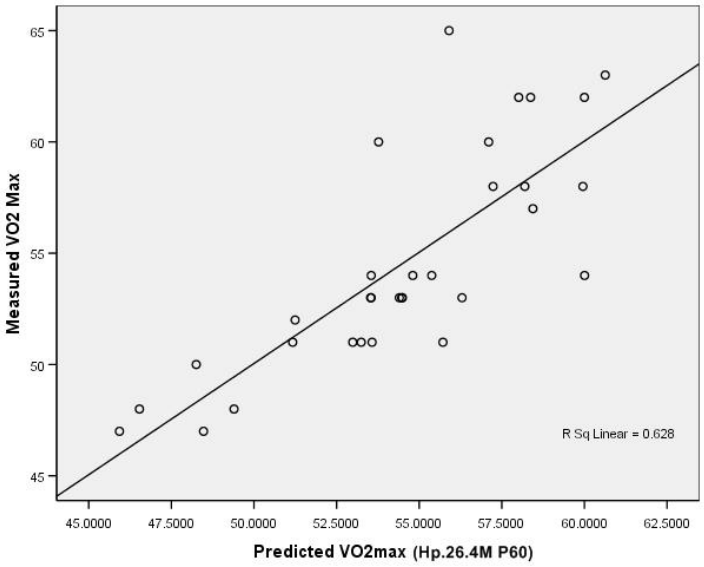
(r^2 = 0.558, r = 0.747, SEE = 3.390, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 45 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P20)	-0.623	-0.321	-0.066	-4.854	0.000*
Weight	-0.276	-0.135	-0.063	-2.154	0.040*
	r=0.747		r^2=0.558	F=18.29*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (P20) คือ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 20 วินาที และน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 47 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 99.46-.366(HR P60(bpm))-.142(weight(kg))

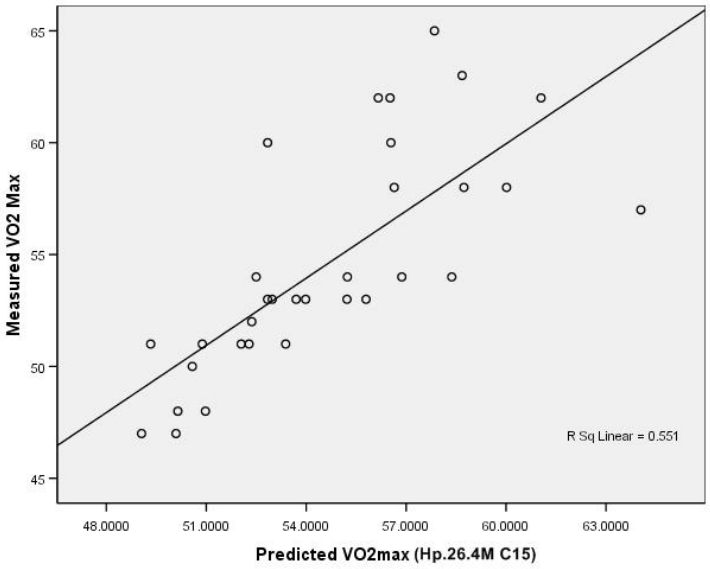
(r^2 = 0.628, r = 0.792, SEE = 3.111, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 46 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (P60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(P60)	-0.673	-0.366	-0.063	-5.782	0.000*
Weight	-0.290	-0.142	-0.057	-2.486	0.019*
	r=0.792		r^2=0.628	F=24.45*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (P60) คือ Heart Rate ที่ได้จาก Heart Rate Monitor ขณะสิ้นสุดการทดสอบไปแล้ว 1 นาที และน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



<u>ภาพภาคผนวกที่ 48</u> แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 99.85-.303(HR C15(bpm))-.136(weight (kg))

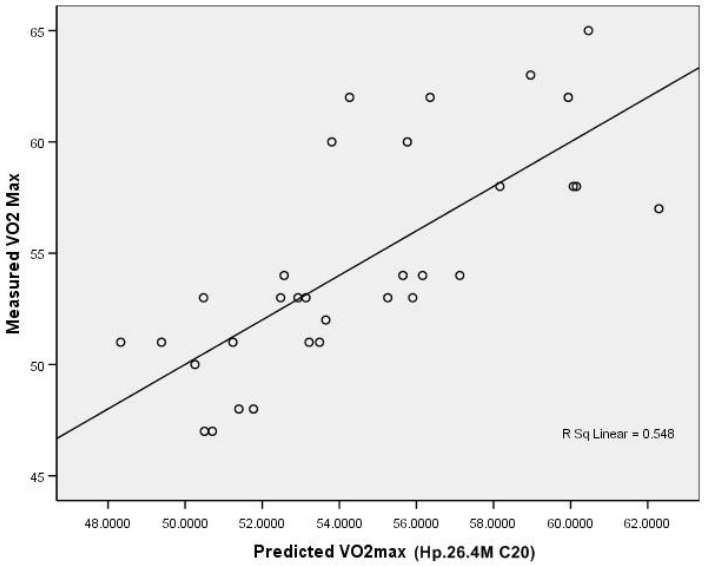
(r^2 = 0.551, r = 0.742, SEE = 3.415, p-value≤.001)

<u>ตารางภาคผนวกที่ 47</u> แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (C15)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C15)	-0.617	-0.303	-0.064	-4.774	0.000*
Weight	-0.278	-0.136	-0.063	-2.149	0.040*
	r=0.742		r^2=0.551	F=17.81*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (C15) คือ Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 15 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 49 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาที

สมการPredicted VO_2max = 104.54-.347(HR C20(bpm))-.164(weight (kg))

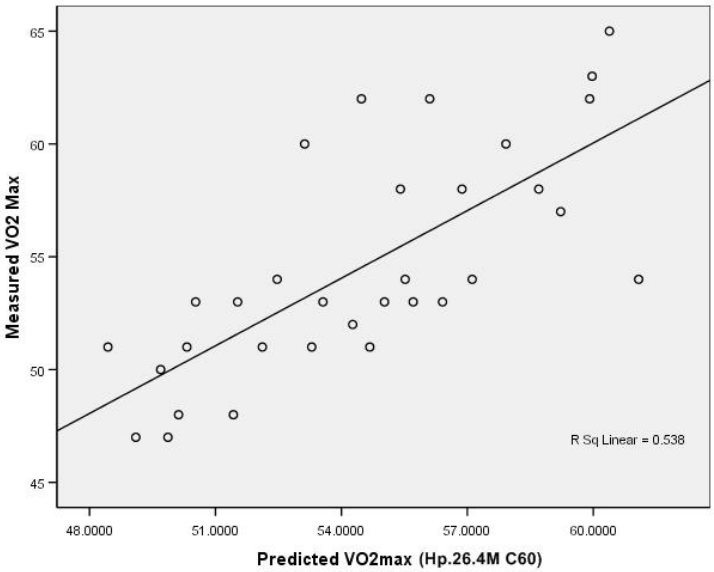
(r^2 = 0.548, r = 0.740, SEE = 3.429, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 48 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (C20)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C20)	-0.601	-0.347	-0.073	-4.733	0.000*
Weight	-0.334	-0.164	-0.062	-2.632	0.013*
	r=0.740		r^2=0.548	F=17.57*	

*$p \leq 0.05$

แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (C20) คือ Heart Rate ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 20 วินาทีและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย



ภาพภาคผนวกที่ 50 แสดงสมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอนระหว่างค่า Measured VO_2max และค่า Predicted VO_2max ที่ได้จากการทดสอบ Hp.26.4M โดย Heart Rate ที่ได้จากการใช้หูฟังทางการแพทย์นับตั้งแต่สิ้นสุดการทดสอบจนครบ 1 นาที

สมการPredicted VO_2max = 100.34-.351(HR C60(bpm))-.147(weight)

(r^2 = 0.538, r = 0.733, SEE = 3.466, p-value≤.001)

ตารางภาคผนวกที่ 49 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทำนายค่า VO_2max จากการทดสอบ Hp.26.4M (C60)

ปัจจัย	β	B	SE	t	*p*
HR(C60)	-0.600	-0.351	-0.076	-4.614	0.000*
Weight	-0.300	-0.147	-0.064	-2.303	0.029*
	r=0.733		r^2=0.538	F=16.87*	

*$p \leq 0.05$

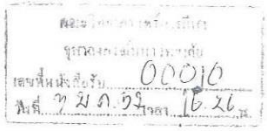
แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่า Predicted VO_2max ของการทดสอบ Hp.26.4M (C60) คือ Heart Rate และน้ำหนักของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ภาคผนวก ค : เอกสารต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เอกสารผ่านจริยธรรม

บันทึกข้อความ



ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-8147

ที่ จว 4 /57 **วันที่** 2 มกราคม 2557

เรื่อง แจ้งผลอนุมัติการแก้ไขเพิ่มเติมโครงการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

2. หนังสือแสดงความยินยอม

ตามที่ **นางสาววรรณวิสา บุญมาก** นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เสนอโครงการวิจัยที่ 106.1/56 เรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงเพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย (THE DEVELOPMENT OF STEP TEST MODEL FOR PREDICTING MAXIMAL OXYGEN UPTAKE IN THAI MALE UNIVERSITY BASKETBALL PLAYERS) เพื่อให้กรรมการผู้ทบทวนหลักพิจารณาการแก้ไขเพิ่มเติมโครงการวิจัย ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

การนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลัก ได้เห็นสมควรอนุมัติการแก้ไขเพิ่มเติมโครงการวิจัยเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2556

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรียน กรรมการฯ เพื่อ ดร. อิทธิ ฯลฯ

เพื่อโปรด

- ☑ ทราบ และดำเนินการต่อไป
- ○ พิจารณา
- ○ ลงนาม
- ○ อนุมัติ

ลงชื่อ ... 13 ม.ค. 2557

เรียน ศาสตร์

เห็นควรรับรองโครงการวิจัยนี้

เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ ส่งรายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัยทุก 1 ปี

7 ม.ค. 57

ทราบ-เรียนตามเสนอ

7 ม.ค. 57

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างในการวิจัย

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย
ผู้วิจัย	นางสาววรรณวิสา บุญมาก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง อรอนงค์ กุละพัฒน์
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทรศัพท์เคลื่อนที่	081-9188385 E-mail: amimaami@hotmail.com

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56

วันที่รับรอง - 9 ต.ค. 2556

วันหมดอายุ - 8 ต.ค. 2557

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเพื่อหาว่า

การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงรูปแบบใดที่มีความแม่นยำในการทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดและเหมาะสมกับนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยมากที่สุด ซึ่งการทดสอบจะต้องสามารถทำได้ง่าย สะดวก ไม่จำเป็นต้องซื้อเครื่องมืออุปกรณ์ทดสอบราคาแพง สามารถดัดแปลงประยุกต์ได้และนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง เพื่อประโยชน์ในประเมินสมรรถภาพและคุณภาพของนักกีฬาบาสเกตบอลต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาและสร้างรูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลง ที่สามารถทำนายค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยได้อย่างแม่นยำใกล้เคียงกับการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณการใช้ก๊าซมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย ตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย อายุ 18 ปีขึ้นไป โดยเลือกนักกีฬาจากมหาวิทยาลัย 4 มหาวิทยาลัยที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้ายในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยครั้งที่ 40 (พลบดีเกมส์) *ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง กำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 คน ดังเกณฑ์ต่อไปนี้*

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

- เป็นนักกีฬาตัวแทนระดับแข่งขัน *ของมหาวิทยาลัยที่ส่งนักกีฬาบาสเกตบอลแข่งขันในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยของไทย ที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้าย ในพลบดีเกมส์ และมีอายุ 18 ปีขึ้นไป*
- มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ที่อาจเป็นอันตรายหรือเป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ เช่นโรคหัวใจ, โรคหลอดเลือดสมอง, มีพยาธิสภาพของกล้ามเนื้อ, ระบบประสาท, กระดูกและข้อ เป็นต้น *โดยการสอบถามด้วยแบบสอบถาม*
- จากการทดสอบ คลื่นไฟฟ้าหัวใจ ต้องไม่พบภาวะกล้ามเนื้อหัวใจโต หรือภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ
- มีระดับความดันโลหิตต่ำกว่า 130/85 มิลลิเมตรปรอท
- มีสมรรถภาพหัวใจและปอดอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีค่าปริมาตรการใช้ออกซิเจน ไม่ต่ำกว่า 47.
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลงนามในใบแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย

เอกสารรับรองโครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง - 9 ต.ค. 2556
วันหมดอายุ - 8 ต.ค. 2557

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

- ทำการทดสอบได้ไม่ครบทุกรูปแบบการทดสอบ
- ระหว่างทำการทดสอบได้รับบาดเจ็บที่ระบบประสาท กล้ามเนื้อ กระดูก และข้อต่อ จนไม่สามารถทำการทดสอบได้
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่ยินยอมให้ความร่วมมือในการทำการทดสอบ

ถ้าท่านไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าศึกษาวิจัย จะมีการให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพเบื้องต้นแก่ท่าน

สถานที่เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยและทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ท่านจะได้รับการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยโดยย่อและได้รับการแจ้งให้ทราบว่าการเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ท่านไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น ได้รับการสัมภาษณ์และคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น*ด้วยแบบสอบถามเพื่อคัดกรองเบื้องต้น*โดยผู้วิจัยตามเกณฑ์คัดเลือกเข้ามาศึกษา เมื่อท่านตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัย ท่านจะต้องลงนามยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย และกรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

2. *ท่านจะถูกให้ตอบแบบสอบถามเพื่อทำการคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น นอกจากนี้การทดสอบนี้เป็นการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ท่านะจะต้องถูกวัดส่วนสูง ความยาวรยางค์ขา และความยาวของต้นขา เพื่อนำมาหาค่าความสูงของอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดสอบได้อย่างถูกต้อง*

3. ขั้นตอนการวิจัย ท่านจะถูกขอร้องให้งดการดื่มสุรา เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน หลีกเลี่ยงการมีกิจกรรมที่มีความหนักมาก เช่น การออกกำลังกายอย่างหนัก อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และงดรับประทานอาหารก่อนมาเข้าร่วมงานวิจัย อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อรักษาระดับการไหลเวียนของโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจให้คงที่ เมื่อท่านมาถึงห้องปฏิบัติการ ให้ท่านนั่งพัก 10 นาที ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก, ความดันโลหิต, ชั่งน้ำหนัก, วัดส่วนสูง,การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก และให้ท่านทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และอบอุ่นร่างกาย ท่านจะได้รับการทดสอบทั้งหมด 19 การทดสอบ ดังนี้

การทดสอบที่ 1. การทดสอบการออกกำลังกายความหนักสูงสุดโดยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งกล เพื่อทดสอบหาอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนสูงสุด โดยใช้วิธีการทดสอบแบบบรูซ ผู้วิจัยมีการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น โดยมีผู้ช่วยวิจัยคอยดูแลและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นเสมอ และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น ท่านอาจจะมีอาการแน่นหน้าอก หน้ามืด หมดสติ ทางผู้วิจัยได้เตรียมป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัย และสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที อย่างไรก็ตามปัญหานี้เกิดขึ้นน้อยมาก ประมาณ $0.01\%^{4}$ และสามารถลดได้โดยการคัดกรองอาสาสมัครที่มีความเสี่ยงออกก่อนเริ่มทำการศึกษา

การทดสอบที่ 2. การทดสอบโดยการปั่นจักรยานแบบออสตรานท์ ทำการทดสอบโดยให้ปั่นจักรยานที่ความเร็ว 50 รอบ/นาที ใช้เวลาในการทดสอบ 6 นาที ขณะทำการทดสอบผู้วิจัยจะทำการสังเกตุการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและความผิดปกติของร่างกาย เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

การทดสอบที่ 3. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 4. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 5. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 6. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 7. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 30 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 8. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 9. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 10. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 11. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 30 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง - 9 ต.ค. 2556
วันหมดอายุ - 8 ต.ค. 2557

การทดสอบที่ 12. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 13. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 30 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 14. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 15. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 16. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 17. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 18. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 19. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

ท่านจะถูกร้องขอให้มาร่วมการทดสอบ ทั้งหมด 8 วัน โดยท่านจะได้รับค่าเดินทางวันละ 300 บาท และผู้วิจัยจะมีบริการเครื่องดื่ม และอาหารว่างให้แก่ท่านระหว่างทำการทดสอบ เวลาในการทำการทดสอบวันละประมาณ 2-3 ชั่วโมง ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ทดสอบห่างกันอย่างน้อย 30 นาที และกำหนดเพียงแค่ 3 วิธีต่อวัน ท่านจะถูกนัดมาทำการทดสอบโดยการปั่นจักรยานและการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดโดยการวิ่งบนลู่วิ่งในวันถัดไป ขณะทำการทดสอบทุกการทดสอบ ผู้วิจัยจะทำการสังเกตุการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของท่าน *เช่นมีอาการหน้าซีด มีเหงื่อออกมากผิดปกติ หายใจไม่เป็นจังหวะ ทรงตัวไม่อยู่ หน้ามืด ตาลาย เป็นต้น* และดูแลท่านอย่างใกล้ชิดตลอดการทดสอบ ถ้าหากท่านมีอาการบาดเจ็บหรือรู้สึกว่ามีความผิดปกติของร่างกาย จะหยุดการทดสอบทันที และ*นำท่านปฐมพยาบาลหรือนำส่งโรงพยาบาล ในกรณีที่ท่านได้รับบาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น*

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56

วันที่รับรอง - 9 ต.ค. 2556

วันหมดอายุ - 8 ต.ค. 2557

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ประเทศไทยมีวิธีการทดสอบสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตความหนักระดับปานกลางที่สามารถประมาณค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้แม่นยำและเที่ยงตรงที่สุด สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทย

2. เป็นข้อมูลในการเลือกวิธีการและดัชนีชี้วัดสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตที่เหมาะสมกับการตรวจประเมินในนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทยมากที่สุด

3. เป็นข้อมูลหรือวิธีการต้นแบบที่เป็นมาตราฐานในการนำไปสู่การปฏิบัติในระดับชุมชนต่อไป

4. เป็นวิธีการสร้างแรงจูงใจ ให้นักกีฬาทราบระดับสมรรถภาพของตน และพัฒนาให้มีสมรรถภาพร่างกายที่ดีขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มประโยชน์ต่อตนเอง ต่อผลการแข่งขัน และต่อประเทศมากยิ่งขึ้น

5. *นักกีฬาได้ทราบถึงระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดของตนเอง เพื่อพัฒนาสมรรถภาพตนเองควบคู่ไปกับทักษะทางกีฬา เพื่อการพัฒนาตนเอง*

6. เป็นข้อมูลในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

ลงชื่อโครงการวิจัย 106.1/56
รับเมื่อรับรอง - 9 ต.ค. 2556
วันหมดอายุ - 8 ต.ค. 2557

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ขณะทำการทดสอบการออกกำลังกาย ท่านจะมีโอกาสมีอาการต่อไปนี้ รู้สึกเจ็บแน่นหน้าอก หายใจลำบาก ชีพจรเต้นเร็วมาก เหนื่อยมากจนพูดคุยไม่ได้ หรือมีอาการปวดล้าบริเวณขา หากมีอาการดังกล่าวผู้วิจัยจะหยุดการทดสอบทันที ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น หน้ามืด เป็นลม หมดสติ ทางผู้วิจัยได้เตรียมเจ้าหน้าที่พยาบาลเพื่อปฐมพยาบาล พร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้น และมีมาตรการประสานงานกับหน่วยฉุกเฉินของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ *ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบ* เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัย และสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที อย่างไรก็ตามปัญหานี้เกิดขึ้นน้อยมาก ประมาณ 0.01%

หลังจากทำการทดสอบการออกกำลังกายอาจมีผลข้างเคียง คือ อาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเนื่องจากการออกกำลังกาย สามารถแก้ไขโดยหลังทำการทดสอบเสร็จ ให้ท่านทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อทันที มีการประคบเย็นให้เพื่อลดอาการเมื่อยล้า และมีการนวดเพื่อคลายกล้ามเนื้อ และหลังจากทำการทดสอบเสร็จขอให้ท่านพักผ่อนให้เพียงพอ อาการเมื่อยล้าก็จะหายไป

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อท่าน ท่านสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อ นางสาววรรณวิสา บุญมาก โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-9188385 E-mail: amimaami@hotmail.com

"หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th"

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง - 9 ต.ค. 2556
วันหมดอายุ - 8 ต.ค. 2557

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นางสาววรรณวิสา บุญมาก

บันทึกข้อความ

03755
22 ธ.ค. 57 15.50

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-8147

ที่ จว 796/57 **วันที่** 22 ธันวาคม 2557

เรื่อง ขยายเวลารับรองจริยธรรมวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย

อ้างถึงบันทึกข้อความ เรื่อง ขยายเวลาอนุมัติรับรองจริยธรรมการวิจัยโครงการวิจัยที่ 106.1/56 เรื่อง **การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงเพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย** (THE DEVELOPMENT OF STEP TEST MODEL FOR PREDICTING MAXIMAL OXYGEN UPTAKE IN THAI MALE UNIVERSITY BASKETBALL PLAYERS) ของ **นางสาววรรณวิสา บุญมาก** นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการนี้กรรมการผู้ทบทวนได้พิจารณาแล้ว เห็นสมควรให้ขยายเวลาการวิจัยและอนุมัติต่ออายุใบรับรองจริยธรรมการวิจัยโครงการวิจัยดังกล่าว รับรองวันที่ 17 ธันวาคม 2557 ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมกันนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

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

เรียน คณบดี
เพื่อโปรด
☑ ทราบและดำเนินการต่อไป
☐ พิจารณา
☐ สั่งการ
☐ อนุมัติ
ลงชื่อ ... 22 ธ.ค. 2557

เรียน คณบดี
เพื่อทราบ และแจ้งผู้วิจัยทราบ
23 ธ.ค. 57

23 ธ.ค. 57

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 170/2557

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 106.1/56 : การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงเพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย

ผู้วิจัยหลัก : นางสาววรรณวิสา บุญมาก

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ไรัดา ทัศนาประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 17 ธันวาคม 2557 **วันหมดอายุ** : 16 ธันวาคม 2558

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557
วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
*4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) **เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น***
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาใบรับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย
ผู้วิจัย	นางสาววรรณวิสา บุญมาก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง อรอนงค์ กุละพัฒน์
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทรศัพท์เคลื่อนที่	081-9188385 E-mail: amimaami@hotmail.com

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557
วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเพื่อหาว่า

การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงรูปแบบใดที่มีความแม่นยำในการทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดและเหมาะสมกับนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยมากที่สุด ซึ่งการทดสอบจะต้องสามารถทำได้ง่าย สะดวก ไม่จำเป็นต้องซื้อเครื่องมืออุปกรณ์ทดสอบราคาแพง สามารถดัดแปลงประยุกต์ได้และนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง เพื่อประโยชน์ในประเมินสมรรถภาพและคุณภาพของนักกีฬาบาสเกตบอลต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาและสร้างรูปแบบการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยการก้าวขึ้นลง ที่สามารถทำนายค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทยได้อย่างแม่นยำใกล้เคียงกับการทดสอบสมรรถภาพหัวใจและปอดโดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณการใช้ก๊าซมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย ตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย อายุ 18 ปีขึ้นไป โดยเลือกนักกีฬาจากมหาวิทยาลัย 4 มหาวิทยาลัยที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้ายในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยครั้งที่ 40 (พลบดีเกมส์) *ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง กำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 คน ดังเกณฑ์ต่อไปนี้*

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

- เป็นนักกีฬาตัวแทนระดับแข่งขัน *ของมหาวิทยาลัยที่ส่งนักกีฬาบาสเกตบอลแข่งขันในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยของไทย ที่ผ่านเข้ารอบ 8 ทีมสุดท้าย ในพลบดีเกมส์ และมีอายุ 18 ปีขึ้นไป*
- มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ที่อาจเป็นอันตรายหรือเป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ เช่นโรคหัวใจ, โรคหลอดเลือดสมอง, มีพยาธิสภาพของกล้ามเนื้อ, ระบบประสาท, กระดูกและข้อ เป็นต้น *โดยการสอบถามด้วยแบบสอบถาม*
- จากการทดสอบ คลื่นไฟฟ้าหัวใจ ต้องไม่พบภาวะกล้ามเนื้อหัวใจโต หรือภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ
- มีระดับความดันโลหิตต่ำกว่า 130/85 มิลลิเมตรปรอท
- มีสมรรถภาพหัวใจและปอดอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีค่าปริมาตรการใช้ออกซิเจน ไม่ต่ำกว่า 47.
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยลงนามในใบแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557
วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

- ทำการทดสอบได้ไม่ครบทุกรูปแบบการทดสอบ
- ระหว่างทำการทดสอบได้รับบาดเจ็บที่ระบบประสาท กล้ามเนื้อ กระดูก และข้อต่อ จนไม่สามารถทำการทดสอบได้
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่ยินยอมให้ความร่วมมือในการทำการทดสอบ

ถ้าท่านไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าศึกษาวิจัย จะมีการให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพเบื้องต้นแก่ท่าน

สถานที่เก็บข้อมูล *ศูนย์วิจัยและทดสอบ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ท่านจะได้รับการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยโดยย่อและได้รับการแจ้งให้ทราบว่าการเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ท่านไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น ได้รับการสัมภาษณ์และคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น*ด้วยแบบสอบถามเพื่อคัดกรองเบื้องต้น*โดยผู้วิจัยตามเกณฑ์คัดเลือกเข้ามาศึกษา เมื่อท่านตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัย ท่านจะต้องลงนามยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย และกรอกข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

2. *ท่านจะถูกให้ตอบแบบสอบถามเพื่อทำการคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น นอกจากนี้การทดสอบนี้เป็นการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ท่านะจะต้องถูกวัดส่วนสูง ความยาวรยางค์ขา และความยาวของต้นขา เพื่อนำมาหาค่าความสูงของอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดสอบได้อย่างถูกต้อง*

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557
วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

3. ขั้นตอนการวิจัย ท่านจะถูกขอร้องให้งดการดื่มสุรา เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน หลีกเลี่ยงการมีกิจกรรมที่มีความหนักมาก เช่น การออกกำลังกายอย่างหนัก อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และงดรับประทานอาหารก่อนมาเข้าร่วมงานวิจัย อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อรักษาระดับการไหลเวียนของโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจให้คงที่ เมื่อท่านมาถึงห้องปฏิบัติการ ให้ท่านนั่งพัก 10 นาที ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก, ความดันโลหิต, ชั่งน้ำหนัก, วัดส่วนสูง,การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก และให้ท่านทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และอบอุ่นร่างกาย ท่านจะได้รับการทดสอบทั้งหมด 19 การทดสอบ ดังนี้

การทดสอบที่ 1. การทดสอบการออกกำลังกายความหนักสูงสุดโดยการเดินหรือวิ่งบนลู่วิ่งกล เพื่อทดสอบหาอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนสูงสุด โดยใช้วิธีการทดสอบแบบบรูซ ผู้วิจัยมีการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น โดยมีผู้ช่วยวิจัยคอยดูแลและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นเสมอ และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น ท่านอาจจะมีอาการแน่นหน้าอก หน้ามืด หมดสติ ทางผู้วิจัยได้เตรียมป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัย และสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที อย่างไรก็ตามปัญหานี้เกิดขึ้นน้อยมาก ประมาณ 0.01%[4] และสามารถลดได้โดยการคัดกรองอาสาสมัครที่มีความเสี่ยงออกก่อนเริ่มทำการศึกษา

การทดสอบที่ 2. การทดสอบโดยการปั่นจักรยานแบบออสตรานท์ ทำการทดสอบโดยให้ปั่นจักรยานที่ความเร็ว 50 รอบ/นาที ใช้เวลาในการทดสอบ 6 นาที ขณะทำการทดสอบผู้วิจัยจะทำการสังเกตุการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายและความผิดปกติของร่างกาย เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

การทดสอบที่ 3. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 4. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 5. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 6. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 7. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 30 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 8. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 9. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง 12 นิ้ว ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 10. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 11. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 30 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 12. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 13. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 30 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 14. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 15. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 16. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 17. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 5 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 24 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 5 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 18. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อสะโพกของผู้ร่วมวิจัย เป็น 73.3 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

การทดสอบที่ 19. การทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ระยะเวลา 4 นาที ทำการทดสอบโดยให้ท่านก้าวขึ้น-ลง กล่องสูง ที่ปรับระดับความสูงตามมุมข้อเข่าของผู้ร่วมวิจัย เป็น 90 องศา ด้วยอัตราการก้าว 26 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา 4 นาทีติดต่อกัน

ท่านจะถูกร้องขอให้มาร่วมการทดสอบ ทั้งหมด 8 วัน โดยท่านจะได้รับค่าเดินทางวันละ 300 บาท และผู้วิจัยจะมีบริการเครื่องดื่ม และอาหารว่างให้แก่ท่านระหว่างทำการทดสอบ เวลาในการทำการทดสอบวันละประมาณ 2-3 ชั่วโมง ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ โดยการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง ทดสอบห่างกันอย่างน้อย 30 นาที และกำหนดเพียงแค่ 3 วิธีต่อวัน ท่านจะถูกนัดมาทำการทดสอบโดยการปั่นจักรยานและการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดโดยการวิ่งบนลู่วิ่งในวันถัดไป ขณะทำการทดสอบทุกการทดสอบ ผู้วิจัยจะทำการสังเกตุการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของท่าน *เช่นมีอาการหน้าซีด มีเหงื่อออกมากผิดปกติ หายใจไม่เป็นจังหวะ ทรงตัวไม่อยู่ หน้ามืด ตาลาย เป็นต้น* และดูแลท่านอย่างใกล้ชิดตลอดการทดสอบ ถ้าหากท่านมีอาการบาดเจ็บหรือรู้สึกว่ามีความผิดปกติของร่างกาย จะหยุดการทดสอบทันที และ*นำท่านปฐมพยาบาลหรือนำส่งโรงพยาบาล ในกรณีที่ท่านได้รับบาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น*

โครงการวิจัย 106.1/56
วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557
วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ประเทศไทยมีวิธีการทดสอบสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตความหนักระดับปานกลางที่สามารถประมาณค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้แม่นยำและเที่ยงตรงที่สุด สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทย

2. เป็นข้อมูลในการเลือกวิธีการและดัชนีชี้วัดสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตที่เหมาะสมกับการตรวจประเมินในนักกีฬาบาสเกตบอลชายของไทยมากที่สุด

3. เป็นข้อมูลหรือวิธีการต้นแบบที่เป็นมาตราฐานในการนำไปสู่การปฏิบัติในระดับชุมชนต่อไป

4. เป็นวิธีการสร้างแรงจูงใจ ให้นักกีฬาทราบระดับสมรรถภาพของตน และพัฒนาให้มีสมรรถภาพร่างกายที่ดีขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มประโยชน์ต่อตนเอง ต่อผลการแข่งขัน และต่อประเทศมากยิ่งขึ้น

5. *นักกีฬาได้ทราบถึงระดับสมรรถภาพหัวใจและปอดของตนเอง เพื่อพัฒนาสมรรถภาพตนเองควบคู่ไปกับทักษะทางกีฬา เพื่อการพัฒนาตนเอง*

6. เป็นข้อมูลในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ขณะทำการทดสอบการออกกำลังกาย ท่านจะมีโอกาสมีอาการต่อไปนี้ รู้สึกเจ็บแน่นหน้าอก หายใจลำบาก ชีพจรเต้นเร็วมาก เหนื่อยมากจนพูดคุยไม่ได้ หรือมีอาการปวดล้าบริเวณขา หากมีอาการดังกล่าวผู้วิจัยจะหยุดการทดสอบทันที ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น หน้ามืด เป็นลม หมดสติ ทางผู้วิจัยได้เตรียมเจ้าหน้าที่พยาบาลเพื่อปฐมพยาบาล พร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้น และมีมาตรการประสานงานกับหน่วยฉุกเฉินของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ *ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบ* เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัย และสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที อย่างไรก็ตามปัญหานี้เกิดขึ้นน้อยมาก ประมาณ 0.01%

หลังจากทำการทดสอบการออกกำลังกายอาจมีผลข้างเคียง คือ อาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเนื่องจากการออกกำลังกาย สามารถแก้ไขโดยหลังทำการทดสอบเสร็จ ให้ท่านทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อทันที มีการประคบเย็นให้เพื่อลดอาการเมื่อยล้า และมีการนวดเพื่อคลายกล้ามเนื้อ และหลังจากทำการทดสอบเสร็จขอให้ท่านพักผ่อนให้เพียงพอ อาการเมื่อยล้าก็จะหายไป

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อท่าน ท่านสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อ นางสาววรรณวิสา บุญมาก โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-9188385 E-mail: amimaami@hotmail.com

"หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th"

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นางสาววรรณวิสา บุญมาก

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย

ผู้วิจัย นางสาววรรณวิสา บุญมาก

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิง อรอนงค์ กุละพัฒน์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-9188385 E-mail: amimaami@hotmail.com

เลขที่โครงการวิจัย 106.1/56

วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557

วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการทดสอบการประมาณค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยการก้าวขึ้นลง รูปแบบต่างๆ ทั้งหมด 17 รูปแบบ และเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยการวิเคราะห์ก๊าซที่ได้จากการออกกำลังกายสูงสุดบนลู่วิ่งกล รวม 19 การทดสอบตลอดโครงการวิจัย *การเก็บข้อมูลจะมีการวัดความสูง รยางค์ขา ความยาวต้นขา อัตตาการเต้นของหัวใจ และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ โดยใช้เวลาในการมาร่วมงานวิจัย วันละ 2-3 ชั่วโมง เป็นเวลา 8 วัน ในระยะเวลา 2 สัปดาห์*

ข้าพเจ้ามีสิทธิ**ถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัย**จะเก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....	ลงชื่อ.....
(นางสาววรรณวิสา บุญมาก)	(.....)
ผู้วิจัยหลัก	ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
ลงชื่อ.....	ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)	(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	พยาน

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

เลขที่..... **วันที่**.....**เดือน**.....**พ.ศ**.....

เลขที่โครงการวิจัย 106-1/56
วันที่รับรอง 17 ธ.ค. 2557
วันหมดอายุ 16 ธ.ค. 2558

1. เพศ O ชาย O หญิง

2. อายุ.....ปี วัน/เดือน/ปีเกิด...../...../.....

3. การศึกษา

O มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. O ปวส.

O ปริญญาตรี O สูงกว่าปริญญาตรี

4. การออกกำลังกาย

ชนิดกิจกรรมที่ท่านออกกำลังกาย

1. ..... ใช้เวลา.....ชั่วโมง/วัน.....วัน/สัปดาห์
2. ..... ใช้เวลา.....ชั่วโมง/วัน.....วัน/สัปดาห์
3. ..... ใช้เวลา.....ชั่วโมง/วัน.....วัน/สัปดาห์

รวม ท่านออกกำลังกายประมาณ.....ชั่วโมง/สัปดาห์

ท่านออกกำลังกายมาแล้วประมาณ..... เดือน.....ปี

5. *ท่านสูบบุหรี่หรือไม่* *O สูบ ท่านสูบบุหรี่วันละ.....มวนต่อวัน*

O เคยสูบ ขณะนี้เลิกแล้ว เลิกมา.....เดือน.....ปี *O ไม่สูบ*

6. ท่านดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่ O ดื่ม O ไม่ดื่ม

ถ้าดื่ม ปริมาณที่ดื่ม.....แก้ว/วัน ความถี่..... ครั้ง/สัปดาห์

ชนิดของเครื่องดื่มที่ท่านดื่ม.....

7. ภายใน 1 ปีที่ผ่านมา ท่านได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีหรือไม่

O ตรวจ พบว่า..... O ไม่ได้ตรวจ

8.ท่านมีบุคคลในครอบครัวเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือดหรือไม่

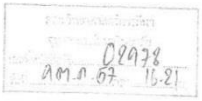
O ใช่ โปรดระบุ..... O ไม่ใช่ O ไม่แน่ใจ

หมายเหตุ

บุคคลที่สามารถติดต่อได้กรณีฉุกเฉิน .....

เบอร์โทรศัพท์ที่สามารติดต่อได้ในกรณีฉุกเฉิน .....

เอกสารขอความอนุเคราะห์ในการยืมเครื่องมือเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. 81024
ที่ ศธ 0512.24/พิเศษ **วันที่** 9 ตุลาคม 2557
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการยืมเครื่องมือเพื่อใช้ในการศึกษางานวิจัย

เรียน คณบดี (ผ่านรองคณบดี รองศาสตราจารย์ ดร. ดรุณวรรณ สุขสม)

ด้วย ข้าพเจ้า นางสาววรรณวิสา บุญมาก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 5 แขนงวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบโดยการก้าวขึ้นลง เพื่อทำนายค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายตัวแทนมหาวิทยาลัยของไทย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปด้วยดี ในการนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ยืมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยต่างๆ ดังนี้

1.	เครื่องวิเคราะห์แก๊ส Metamax 3B	จำนวน 1 เครื่อง
2.	ลูกิ้งกลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แก๊ส	จำนวน 1 เครื่อง
3.	เครื่องมือในการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก	จำนวน 1 เครื่อง
4.	จักรยานวัดงาน Monark	จำนวน 1 เครื่อง
5.	ชุดอุปกรณ์วัดมุมข้อต่อต่างๆ	จำนวน 1 ชุด
6.	ชุดอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ Polar	จำนวน 1 ชุด

ในระหว่างวันที่ 15 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2558 โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป และหากเครื่องมือเกิดการชำรุดเสียหาย นิสิตยินดีขอรับผิดชอบค่าเสียหายที่เกิดขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นางสาววรรณวิสา บุญมาก)
ผู้วิจัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่รับเรื่องรับ 023996
วันที่ 19 พ.ย. 2557 เวลา 14.45 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. ๘๑๐๑๑
ที่ ศร ๐๕๑๒.๒๔/พิเศษ **วันที่** ๑๙ พฤศจิกายน ๒๕๕๗
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ขอใช้ห้องวิจัยในวันหยุดราชการเพื่อใช้ในการศึกษางานวิจัย

เรียน คณบดี ผ่านรองคณบดี (รองศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)

ด้วย น.ส.วรรณวิสา บุญมาก นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๕ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการกีฬา คณะวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การหารูปแบบการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงรูปแบบใหม่ ในการประมาณค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปด้วยดี ในการนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ขอใช้ห้องวิจัยและอุปกรณ์ในวันเสาร์และวันอาทิตย์ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการวิจัย เนื่องจากผู้ร่วมวิจัยเป็นนิสิต นักศึกษาในมหาวิทยาลัยต่างๆ หลายสถาบัน ไม่สามารถเดินทางมาร่วมเก็บข้อมูลวิจัยในวันธรรมดาได้ เพื่อความก้าวหน้าของงานวิจัย จึงจำเป็นต้องขออนุญาตใช้ห้องวิจัยในวันเสาร์และวันอาทิตย์ ระหว่างวันที่ ๒๒ พฤศจิกายน จนถึงวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๕๗ โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป และหากเครื่องมือเกิดการชำรุดเสียหาย นิสิตยินดีขอรับผิดชอบค่าเสียหายที่เกิดขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(น.ส. วรรณวิสา บุญมาก)
ผู้วิจัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เรียน คณบดี (รองศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ขอใช้ห้องวิจัยในวันหยุดราชการเพื่อใช้ในการศึกษางานวิจัย
เพื่อโปรด
○ ทราบและดำเนินการต่อไป
○ พิจารณา
○ อนุมัติ
ลงชื่อ ... 19 พ.ย. 2557

ภาคผนวก ง : แบบสอบถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามข้อมูลเพื่อคัดกรองขั้นต้น

แบบสอบถามข้อมูลเพื่อคัดกรองขั้นต้น

เลขที่.....

1. เพศ O ชาย O หญิง
2. อายุ.....ปี
3. สัญชาติ O ไทย O อื่นๆ
4. สภาวะสุขภาพ O ดีมาก O ดี O ไม่ดี
5. การออกกำลังกาย O เป็นประจำ O เป็นครั้งคราว O ไม่เคย
6. ท่านมีประวัติเป็นโรคหัวใจ หรือไม่
   O เป็น O ไม่เป็น O ไม่แน่ใจ
7. ท่านเคยมีอาการเจ็บแน่นบริเวณหน้าอกขณะออกกำลังกายหรือขณะพักหรือไม่
   O เป็น O ไม่เป็น O ไม่แน่ใจ
8. ท่านมีประวัติเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่
   O เป็น O ไม่เป็น O ไม่ทราบ
   ถ้าเป็นท่านทานยาควบคุมความดันชื่ออะไร.....
9. ท่านมีประวัติเป็นโรคหลอดเลือดส่วนปลายหรือไม่ เช่น มีการอักเสบ บวม แดง ที่ปลายมือ ปลายเท้าเป็นต้น
   O เป็น O ไม่เป็น O ไม่ทราบ
10. ปัจจุบันท่านมีอาการเสียการทรงตัว วิงเวียน หรือหมดสติหรือไม่
    O เป็น O ไม่เป็น
11. ท่านมีประวัติเป็นโรคหอบหืด โรคถุงลมโป่งพอง หรือโรคปอดเรื้อรังหรือไม่
    O เป็น O ไม่เป็น O ไม่แน่ใจ
12. ท่านมีประวัติเป็นโรคตับหรือไม่
    O เป็น O ไม่เป็น O ไม่ทราบ
13. ท่านมีประวัติเป็นโรคไตหรือไม่
    O เป็น O ไม่เป็น O ไม่ทราบ
14. ท่านมีประวัติเป็นโรคต่อมไทรอยด์หรือไม่
    O เป็น O ไม่เป็น O ไม่ทราบ
15. ท่านมีประวัติเป็นโรคเบาหวานหรือไม่
    O เป็น O ไม่เป็น O ไม่ทราบ

16. ท่านมีปัญหาการบาดเจ็บหรือผิดปกติเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อ กระดูก และข้อต่อหรือไม่
    O มี เจ็บหรือผิดปกติที่..... O ไม่มี

17. ปัจจุบันท่านรับประทานยาหรือวิตามินใดเป็นประจำ (โปรดระบุรายละเอียด)
    .....
    .....

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

เลขที่..... **วันที่**.....**เดือน**.....**พ.ศ**.....

1. เพศ O ชาย O หญิง
2. อายุ.....ปี วัน/เดือน/ปีเกิด...../...../.....
3. การศึกษา
   - O มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. O ปวส.
   - O ปริญญาตรี O สูงกว่าปริญญาตรี
4. การออกกำลังกาย

   ชนิดกิจกรรมที่ท่านออกกำลังกาย

   1. ..... ใช้เวลา.....ชั่วโมง/วัน.....วัน/สัปดาห์
   2. ..... ใช้เวลา.....ชั่วโมง/วัน.....วัน/สัปดาห์
   3. ..... ใช้เวลา.....ชั่วโมง/วัน.....วัน/สัปดาห์

   รวม ท่านออกกำลังกายประมาณ.....ชั่วโมง/สัปดาห์

   ท่านออกกำลังกายมาแล้วประมาณ..... เดือน.....ปี
5. *ท่านสูบบุหรี่หรือไม่* *O สูบ ท่านสูบบุหรี่วันละ.....มวนต่อวัน*

   O เคยสูบ ขณะนี้เลิกแล้ว เลิกมา.....เดือน.....ปี *O ไม่สูบ*

6. ท่านดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่ O ดื่ม O ไม่ดื่ม

   ถ้าดื่ม ปริมาณที่ดื่ม.....แก้ว/วัน ความถี่..... ครั้ง/สัปดาห์

   ชนิดของเครื่องดื่มที่ท่านดื่ม.....
7. ภายใน 1 ปีที่ผ่านมา ท่านได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีหรือไม่
   - O ตรวจ พบว่า..... O ไม่ได้ตรวจ
8. ท่านมีบุคคลในครอบครัวเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือดหรือไม่
   - O ใช่ โปรดระบุ..... O ไม่ใช่ O ไม่แน่ใจ

หมายเหตุ

บุคคลที่สามารถติดต่อได้กรณีฉุกเฉิน .....

เบอร์โทรศัพท์ที่สามารติดต่อได้ในกรณีฉุกเฉิน .....

แบบบันทึกผลการทดสอบระยะที่ 1

แบบบันทึกผลการทดสอบต่างๆ

เลขที่ .....

1. น้ำหนัก.....กิโลกรัม
2. ส่วนสูง.....เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย.....กก./ม^2
3. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก.....ครั้ง/นาที
4. ระดับความดันโลหิตขณะพัก.....มม.ปรอท
5. Predicted HR_{max} .....ครั้ง/นาที
6. ความยาวของรยางค์ขา.....เซนติเมตร ความยาวของช่วงต้นขา.....เซนติเมตร
7. ประมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยจักรยานวัดงาน (YMCA Cycle Test)

   Predicted HR_{max} 85%.....ครั้ง/นาที

   อัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดสอบ.....ครั้ง/นาที

   ระดับความดันโลหิตก่อนการทดสอบ.....มม.ปรอท

	BP	HR	RPE
นาทีที่ 1	.....	.....	.....
นาทีที่ 2	.....	.....	.....
นาทีที่ 3	.....	.....	.....
นาทีที่ 4	.....	.....	.....
นาทีที่ 5	.....	.....	.....
นาทีที่ 6	.....	.....	.....

	นาทีที่ 5	นาทีที่ 6
Work Load		
Heart Rate		

VO_2max = ...ml/kg/min

8. อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด วัดโดยวิธี Graded Exercise Test (GXT)

   อัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดสอบ.....ครั้ง/นาที

   ระดับความดันโลหิตก่อนการทดสอบ.....มม.ปรอท

Stages	ความเร็ว	ความชัน	Heart Rate	Mets	RPE	BP
1	…1.7…	…10…..	.....	.....	.....	.....
2	…2.5…	….12…	.....	.....	.....	.....
3	…3.4…	…14…..	.....	.....	.....	.....
4	…4.2…	…16…	.....	.....	.....	.....
5	…5.0…	…18…	.....	.....	.....	.....
Immed Post	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2 min Post	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4 min Post	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ระยะเวลาที่ทำการทดสอบ.....

อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด.....

อุปสรรค.....

.....

สรุป.....

.....

.....

.....

VO_2max = ...ml/kg/min

9. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที กล่องสูง 12 นิ้ว

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

10. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที กล่องสูงปรับตามมุมข้อสะโพก 73 องศา

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

11. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที กล่องสูงปรับตามมุมข้อเข่า 90 องศา

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

12. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที จังหวะ26 รอบ/นาที ความสูง 30 cm

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

13. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบปรับจังหวะในการก้าวขึ้นลง (Step Test) โดยใช้ความเร็ว 30 step / min ระยะเวลา 3 นาที สูง 30 cm

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

14. การประมาณค่า VO_2max จากการการปรับระยะเวลาในการทดสอบ กล่องสูง 30 เซนติเมตร โดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 4 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

15. การประมาณค่า VO_2max จากการการปรับระยะเวลาในการทดสอบ กล่องสูง 30 เซนติเมตร โดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 5 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

16. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศาและจังหวะในการทดสอบทำการทดสอบใช้ความเร็ว 26 step / min ระยะเวลา 3 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

17. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศาและจังหวะในการทดสอบทำการทดสอบใช้ความเร็ว 30 step / min ระยะเวลา 3 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

18. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและจังหวะในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 26 step / min ระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

19. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและจังหวะในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 30 step / min ระยะเวลา 3 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

20. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศาและเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 4 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

21. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศาและเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 5 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

22. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 4 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

23. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 5 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

24. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศา จังหวะ และเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 26 step / min ระยะเวลา 4 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

25. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา จังหวะ และเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 26 step / min ระยะเวลา 4 นาที

ชีพจรขณะพัก..... ความดันโลหิตขณะพัก.....

ชีพจรหลังทดสอบ..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

หลังทดสอบ 15 sec.....

หลังทดสอบ 20 sec.....

หลังทดสอบ 1 min..... ความดันโลหิตหลังทดสอบ.....

แบบบันทึกผลการทดสอบระยะที่ 2

แบบบันทึกผลการทดสอบต่างๆ

เลขที่ .....

1. น้ำหนัก.....กิโลกรัม
2. ส่วนสูง.....เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย.....กก./ม^2
3. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก.....ครั้ง/นาที
4. ระดับความดันโลหิตขณะพัก.....มม.ปรอท
5. Predicted HR_{max} .....ครั้ง/นาที
6. ความยาวของรยางค์ขา.....เซนติเมตร ความยาวของช่วงต้นขา.....เซนติเมตร
7. ประมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยจักรยานวัดงาน (YMCA Cycle Test)

   Predicted HR_{max} 85%.....ครั้ง/นาที

   อัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดสอบ.....ครั้ง/นาที

   ระดับความดันโลหิตก่อนการทดสอบ.....มม.ปรอท

	BP	HR	RPE
นาทีที่ 1	.....	.....	.....
นาทีที่ 2	.....	.....	.....
นาทีที่ 3	.....	.....	.....
นาทีที่ 4	.....	.....	.....
นาทีที่ 5	.....	.....	.....
นาทีที่ 6	.....	.....	.....

	นาทีที่ 5	นาทีที่ 6
Work Load		
Heart Rate		

VO_2max = ...ml/kg/min

8. อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด วัดโดยวิธี Graded Exercise Test (GXT)

   อัตราการเต้นของหัวใจก่อนการทดสอบ.....ครั้ง/นาที

   ระดับความดันโลหิตก่อนการทดสอบ.....มม.ปรอท

Stages	ความเร็ว	ความชัน	Heart Rate	Mets	RPE	BP
1	...1.7...	...10.....	.....	.....	.....	.....
2	...2.5...	....12...	.....	.....	.....	.....
3	...3.4...	...14.....	.....	.....	.....	.....
4	...4.2...	...16.....	.....	.....	.....	.....
5	...5.0...	...18.....	.....	.....	.....	.....
Immed Post	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2 min Post	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4 min Post	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ระยะเวลาที่ทำการทดสอบ.....
อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด.....
อุปสรรค.....
.....
สรุป.....
.....
.....

VO_2max = ...ml/kg/min

9. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที กล่องสูง 12 นิ้ว

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

10. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที กล่องสูงปรับตามมุมข้อเข่า 90 องศา

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

11. การประมาณค่า VO_2max จากการทดสอบก้าวขึ้นลง 3 นาที จังหวะ26 รอบ/นาที ความสูง 30 cm

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

12. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและจังหวะในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 26 step / min ระยะเวลา 3 นาทีติดต่อกัน

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

13. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและจังหวะในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 30 step / min ระยะเวลา 3 นาที

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

14. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศาและเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 24 step / min ระยะเวลา 4 นาที

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

15. การประมาณค่า VO_2max จากการปรับความสูงที่ข้อต่อสะโพกเป็น 73.3 องศา จังหวะ และเวลาในการทดสอบโดยใช้ความเร็ว 26 step / min ระยะเวลา 4 นาที

	polar	count
ชีพจรขณะพัก		
ชีพจรหลังทดสอบทันที		-
หลังทดสอบ 15 sec		
หลังทดสอบ 20 sec		
หลังทดสอบ 1 min		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล นางสาววรรณวิสา บุญมาก

วัน เดือน ปีเกิด 25 มกราคม 2525

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สุขภาพประยุกต์) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

- สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เวชศาสตร์การกีฬา) คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549

- เข้ารับการศึกษาในหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University