

ความสัมพันธ์ระหว่างกรณีประสิทธิภาพของร่างกาย  
กับความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด

ปริญญาโท

ของ

รัฐิกร ศิริสุขเจริญพร

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ตลุมพิต 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

๒๑ ต.ย. ๒๕๒๔

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
เพื่อ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน ๒๕๒๓

ลิขสิทธิ์ เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ความสัมพันธ์ระหว่างครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายกับ  
ความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด

บทคัดย่อ

ของ

ฉัตรกร ศิริสุขเจริญพร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2523

จุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีประสิทธิภาพของร่างกาย  
กับความสามารถในการจับออกซิเจนในโคสูงที่สุดของนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน  
50 คน อายุระหว่าง 16 - 18 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร

การวิจัยครั้งนี้ใช้ สถิติการโมดิฟายคัวร์วาร์คส เต็ปเทสท์เป็นแบบทดสอบ และแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการจับออกซิเจนในโคสูงที่สุดของออสตราคและไรท์มิง และหาค่าสหสัมพันธ์  
ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองรายการ

ผลของการวิจัยพบว่า กรรมวิธีประสิทธิภาพของร่างกาย มีความสัมพันธ์กับความสามารถ  
ในการจับออกซิเจนในโคสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01,  $r = .38$  ถ้านำนำหนักตัว  
เข้ามาเกี่ยวข้องจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05,  $r = .30$  และ  
ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบสถิติการโมดิฟายคัวร์วาร์คส เต็ปเทสท์มีความสัมพันธ์กับ  
ความสามารถในการจับออกซิเจนในโคสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01,  $r = .45$   
ถ้านำนำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05,  
 $r = .32$

THE RELATIONSHIP BETWEEN A PHYSICAL EFFICIENCY INDEX (PEI) AND  
A MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION (MAX VO<sub>2</sub>)  
IN MALE HIGH SCHOOL STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

THITIKORN SIRISUKCHAREONPORN

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree  
at Srinakharinwirot University

April 1980

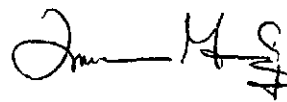
The purpose of this study was to investigate the relationship between a physical efficiency index (PEI) and a maximal oxygen consumption (Max  $\text{Vo}_2$ ) in 16 - 18 years old male high school students in the Bangkok metropolitan area.

The subjects were tested to obtain the physical efficiency index (PEI) by utilizing Thitikorn Modified Harvard Step Test (TMHST) and the results of a maximal oxygen consumption were obtained by utilizing Astrand and Rhyming Test.

The data was statistically treated by using the Pearson's Product Moment Correlation Method and found the significant correlation at 0.01 level between PEI ( $\bar{X} = 211.98$ ) and Max  $\text{Vo}_2$  ( $\bar{X} = 2.09$  L/min) with the  $r = .38$ . If the weight of the subjects was taken into consideration, it was statistically significant at 0.05 level and the  $r = .30$ .

The testing duration ( $\bar{X} = 7.38$  min) of the Thitikorn Modified Harvard Step Test correlated significantly with Max  $\text{Vo}_2$  ( $\bar{X} = 2.09$  L/min) at 0.01 level with the  $r = 0.45$ . If the weight of the subjects were taken into consideration, it was statistically significant at 0.05 level and the  $r = 0.32$ .

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้



ประธาน

ศาสตราจารย์ ดร. ธีระพร ธีระพร  
คณบดี คณะศึกษาศาสตร์

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปควยดี โดยผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือเป็น  
อย่างดีจาก คร.สมหมาย แดงสกุล ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมการวิจัย และ อาจารย์  
กาญจนา รุ่งทรานนท์ ซึ่งเป็นกรรมการควบคุมการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา  
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อรุณ วรทอง หัวหน้าภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่กรุณาให้มีโอกาสประกอบการทดสอบ รวมทั้งคณะอาจารย์สายพลศึกษา  
และนักเรียนโรงเรียนวิมุขยารามพิทยากร ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องของที่เค.เอื้อ เพื่อช่วยเหลือให้ความ  
สะดวกในการทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

อนึ่ง ผู้วิจัยขอขอบคุณ พี่ ๆ น้อง ๆ และ คุณทรงศรี ว่างานนท์ ที่ได้ให้กำลังใจ  
และให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลงได้ควยดี

ความดีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ ครู-อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทวิชามาให้  
และขอมอบอุทิศแด่ บิดามารดาที่ไกลดวงลับไปแล้ว

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ  
ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ฐิติกร ศิริสุขเจริญพร

## สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ .....	1
	ภูมิหลัง .....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาคนควา .....	12
	ความสำคัญของการศึกษาคนควา .....	12
	ขอบเขตของการศึกษาคนควา .....	12
	ข้อตกลงเบื้องต้น .....	13
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ .....	13
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคนควา .....	13
	สมมติฐานในการศึกษาคนควา .....	19
2	วิธีดำเนินการ .....	20
	กลุ่มตัวอย่าง .....	20
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	20
	1. แบบทดสอบจิตกรโมคิฟายคัฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์ .....	20
	2. แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนใต้อากาศของออสตราเนคและ ไรท์มิง .....	23
	การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	24
	การวิเคราะห์ข้อมูล .....	25
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	26

3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	28
	ผลการวิเคราะห์และการแปลความหมาย .....	28
4	สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และขอเสนอแนะ .....	30
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า .....	30
	อภิปรายผล .....	30
	ขอเสนอแนะ .....	34
	บรรณานุกรม .....	35
	ภาคผนวก .....	39

## บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	เกณฑ์สมรรถภาพทางกายของฮาร์วาร์ดสแตปเทสต์ .....	11
2	สภาพร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง .....	20
3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด .....	28
4	ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบวิถีกรโมคิฟายด์สแตปเทสต์ กับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด .....	29
5	อายุ น้ำหนัก ค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบวิถีกรโมคิฟายด์ฮาร์วาร์ดสแตปเทสต์ และความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด .....	41
6	การเพิ่มน้ำหนักตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักในร่างกาย .....	51
7	การทดสอบ Pre-test และ Post-test ของแบบทดสอบวิถีกรโมคิฟายด์ฮาร์วาร์ดสแตปเทสต์ เพื่อหาความเชื่อมั่น (Reliability) .....	52
8	ค่าการทดสอบฮาร์วาร์ดสแตปเทสต์ กับวิถีกรโมคิฟายด์ฮาร์วาร์ดสแตปเทสต์ เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) .....	53
9	การเทียบหาอัตราการเต้นของชีพจรตอนที่ โดยใช้ระยะเวลาคิดเป็นวินาทีที่นับได้จากการนับจำนวนการเต้นของชีพจร 30 ครั้ง เป็นเกณฑ์ .....	58
10	ค่าคาดคะเนของปริมาณการจับออกซิเจนโดยวัดจากชีพจรและระดับความหนักของงาน .....	59
11	การคำนวณค่าจับออกซิเจนโดยวัดเป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักร่างกายตอนที่ .....	60
12	ค่าที่ใช้ในการแก้ค่าพยากรณ์เกี่ยวกับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด ..	61

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างโมเลกุลของ ATP .....	2
2 โครงสร้างโมเลกุลของ ADP .....	3
3 โครงสร้างโมเลกุลของฮีโมโกลบินและสมการในการผลิตฮีโมโกลบินของร่างกาย	4
4 การสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Process) .....	6
5 องค์ประกอบของขบวนการขนส่งพลังงานแบบแอโรบิก .....	7
6 การสร้างพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic Process) .....	8
7 แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์อากาศจากเครื่องมือ	9
8 แผนภูมิตำแหน่งอุปกรณ์ขณะทดสอบ .....	25

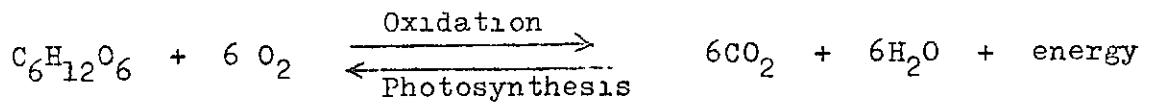
บทที่ 1

บทนำ

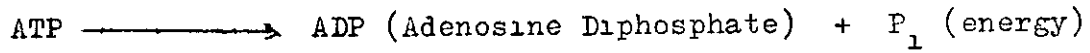
ภูมิหลัง

การพลศึกษาของประเทศไทยเรา ในปัจจุบันยังไม่เจริญก้าวหน้าทัดเทียมกับประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา รัสเซีย จีน ญี่ปุ่น เป็นต้น รัฐบาลพยายามให้ความสนใจ การสนับสนุน และการส่งเสริมอย่างเต็มที่ เพื่อให้ประชาชน นักศึกษา นักเรียน หันมาสนใจในเกมส์กีฬาเพื่อปลูกฝังนิสัยให้ประชาชนรักการออกกำลังกาย และเอาใจใส่ต่อสุขภาพของตนเอง ส่วนทาง การค้นคว้า ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการพลศึกษา รัฐบาลความเอาใจใส่อย่างมาก การทดสอบการวัดสมรรถภาพหรือความสามารถของร่างกายที่จำเป็นต่อใจอุปกรณ์เข่าช่วยก็ไม่สามารถทำได้ก็เท่าที่ควร เพราะอุปกรณ์ยังไม่เพียงพอและไม่ทันสมัย

การหาเกณฑ์สมรรถภาพของร่างกาย มีวิธีการวัดหลายวิธี และมีความเที่ยงตรงหลายระดับ ระดับการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย เป็นเกณฑ์ที่ดีที่สุดอันหนึ่งในการวัดสมรรถภาพ ความอดทนของร่างกาย เพราะวาระดับการไหลออกซิเจนของร่างกายนี้ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับขนาดร่างกาย ชนิดของกล้ามเนื้อ และจำนวนของกล้ามเนื้อที่ไหลออกกำลังกาย ตลอดจนประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และขบวนการเมตาโบลิซึมของเซลล์ (The Committee on Exercise, 1972 : 1 - 31) ไขมันออกกำลังกาย เลือดจะนำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ เพื่อใช้ในการเผาผลาญอาหารให้เกิดพลังงานและความร้อน การหดและการยืดตัวของกล้ามเนื้อมีผลต่อการเปลี่ยนพลังงานทางเคมีให้เป็นพลังงานกล และเป็นความร้อน พลังงานกลที่ได้รับนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร ATP (Adenosine Triphosphate) ฯลฯ ในเซลล์กล้ามเนื้อและบริเวณรอบ ๆ กล้ามเนื้อ ซึ่ง ATP นี้จะเกิดจากการสันดาบของอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วจะเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน กังสมการ

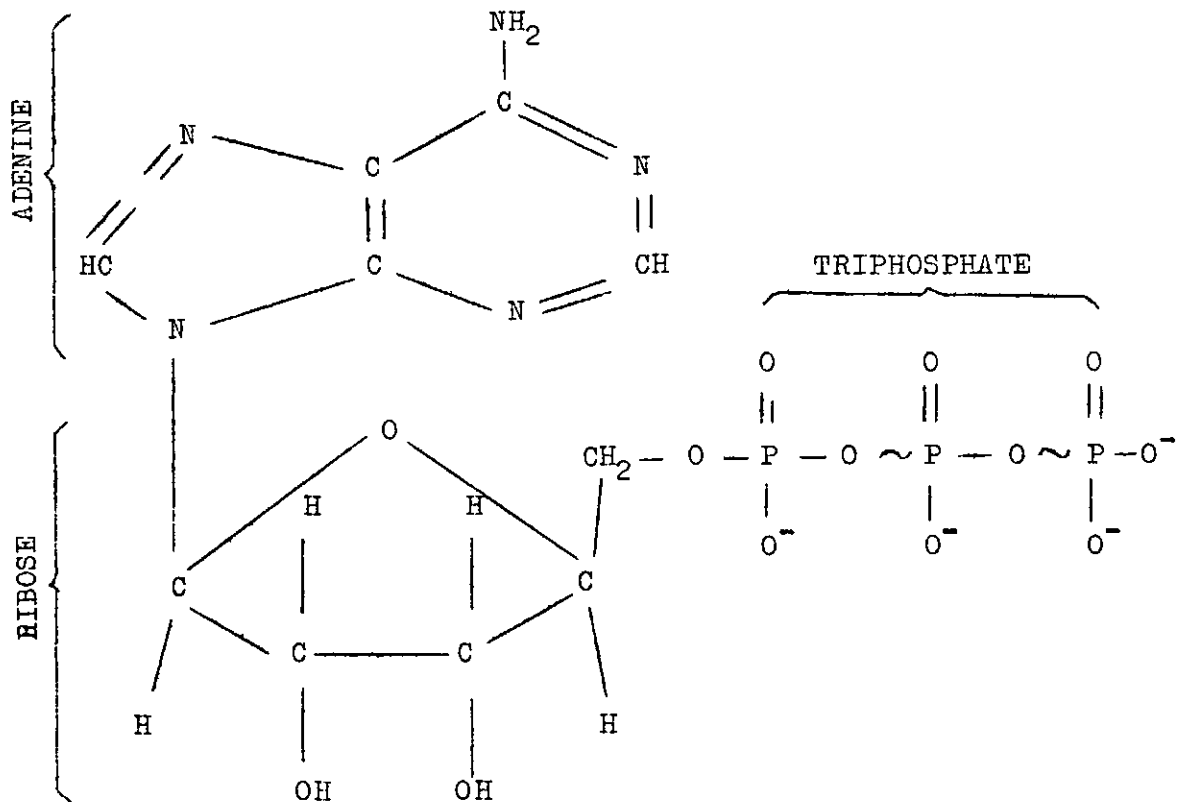


พลังงานสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อจะได้อาจจากการแตก ATP ถึงสมการ



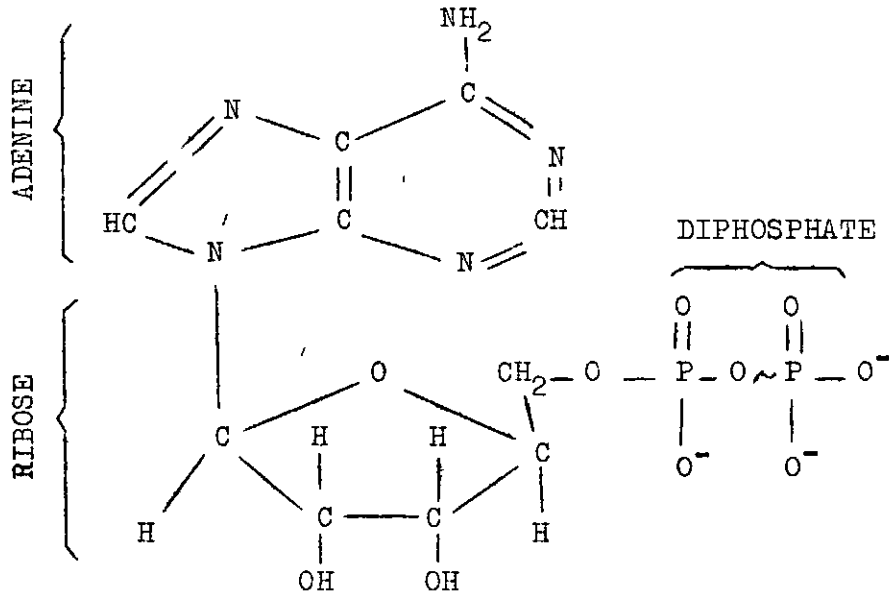
(Winton and Bayliss. 1962 : 69) โครงสร้างโมเลกุลของ ATP และ ADP ประกอบ

ภาพประกอบ 1 โครงสร้างโมเลกุล (Molecule) ของ ATP (Adenosine Triphosphate)



(Guyton. 1971 : 787)

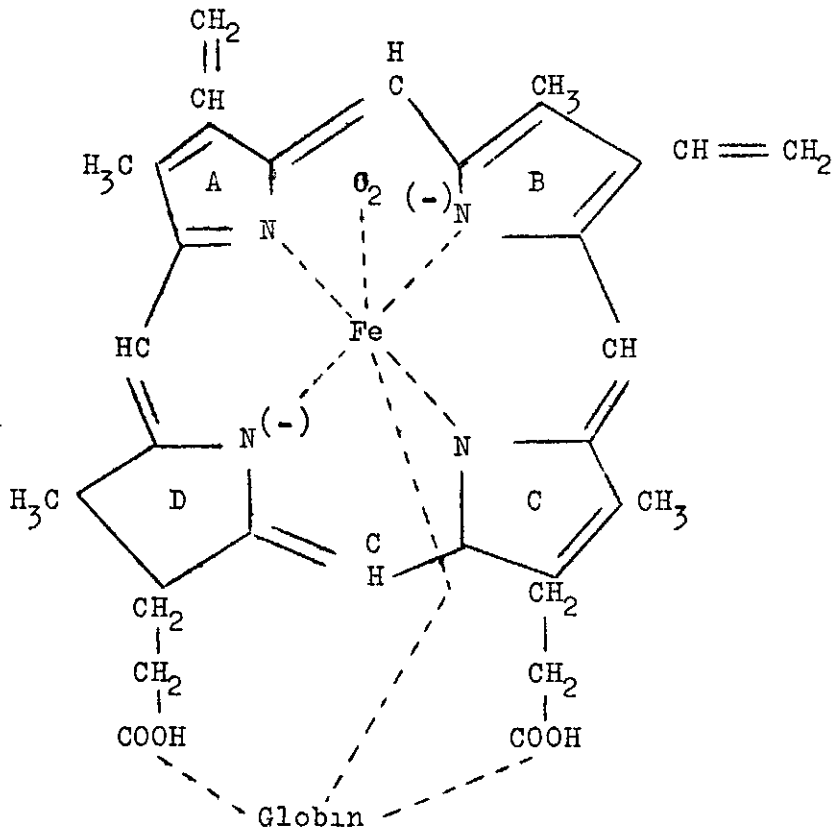
ภาพประกอบ 2 โครงสร้างโมเลกุลของ ADP (Adenosine Diphosphate)



ปริมาณออกซิเจนที่ส่งไปยังกล้ามเนื้อจะมากขึ้นหรือลดน้อยลง จะขึ้นอยู่กับคาร์ไหลเวียนของโลหิตในกล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพในการจับและการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ การทำงานของหัวใจ และขบวนการไหลเวียนของโลหิต ระบบการหายใจ และการถ่ายเทอากาศในปอด (Morehouse. 1967 : 152) ขณะออกกำลังกาย ความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความหนักของงาน ดังนั้น จำนวนหรือปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในขณะที่ออกกำลังกายจึงจำเป็นสำหรับใช้ผลิตพลังงานที่ต้องทำงานในขณะนั้น ปริมาณของอากาศที่เราหายใจขณะออกกำลังกายไม่สามารถจะทราบได้จากการคาดคะเน (วิทย์ แก้วเกษม และ ปทุม ม่วงมี 2518 : 130) นอกจากการใช้เครื่องมือวัดปริมาณอากาศ (Gasometer)

ออกซิเจนมีความสำคัญต่อร่างกายทั้งในขณะที่ปกติและขณะออกกำลังกาย การใช้ออกซิเจนก็มากน้อยแตกต่างกันไปตามปัจจัยอื่น ๆ เช่น ลักษณะความสมบูรณ์ของร่างกาย ระดับความหนักของงาน ระยะเวลาของการทำงาน อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ เชื้อชาติ และขนาดของร่างกาย (Wilmore. 1977 : 102 - 117) ตัวการที่จะนำออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อ คือ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) คู่อโครงสร้างและสมการการผลิต Hemoglobin ของร่างกายประกอบ

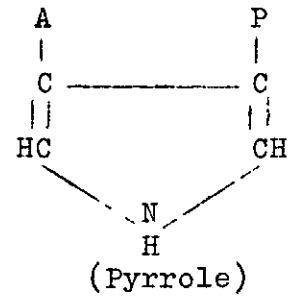
ภาพประกอบ 3 โครงสร้างโมเลกุลของฮีโมโกลบิน และสมการในการผลิตฮีโมโกลบินของร่างกาย



(hemoglobin)

(Guyton. 1971 : 102)

A. 2 $\alpha$ - ketoglutaric acid + glycine  $\longrightarrow$



B. Pyrrole  $\longrightarrow$  Protoporphyrin III

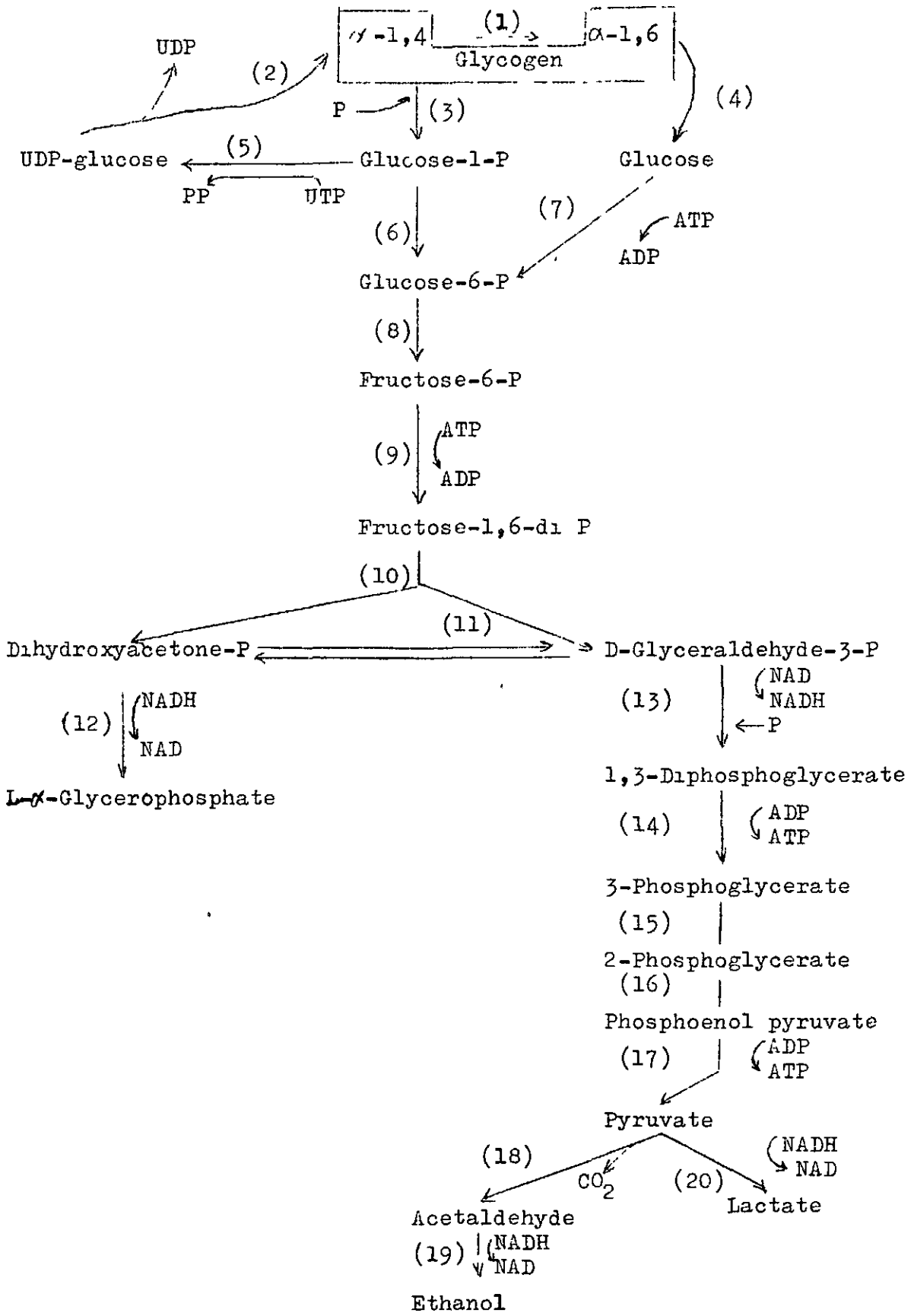
C. Protoporphyrin III + Fe  $\longrightarrow$  heme

D. 4 heme + globin  $\longrightarrow$  hemoglobin

โลหิต 100 มิลลิลิตร จะมีฮีโมโกลบิน 16 กรัม สำหรับผู้ชาย และ 14 กรัม สำหรับผู้หญิง จำนวนฮีโมโกลบิน 1 กรัม สามารถนำเอาออกซิเจนไปได้ 1.34 มิลลิลิตร ดังนั้น โดยเฉลี่ยโลหิต 100 มิลลิลิตร จะนำออกซิเจนได้ 19.8 มิลลิลิตร ขณะพักนอนเนื้อเยื่อจะใช้ออกซิเจนประมาณ 4.6 มิลลิลิตรต่อโลหิต 100 มิลลิลิตร ปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายได้รับอย่างเพียงพอเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการทำงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ของการ

บล่อมควิสต์ (Blomquist. 1964 : 1 - 4) ได้อธิบายถึงความสามารถในการทำงานของร่างกาย จะต้องอาศัยองค์ประกอบหลายคานต่อการทำงานหรือการออกกำลังกาย ความสามารถในการทำงานเหล่านี้สามารถวัดได้โดยกำหนดให้ทำงานในหน่วยของเวลาเพื่อวัดปริมาณงานหรือจำกัดระยะเวลาเพื่อวัดปริมาณของงานที่ทำได้ก็สามารถบอกได้ว่า การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพเท่าใด การพิจารณาประสิทธิภาพของร่างกายขณะทำงานนั้น อาจพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. การสร้างและขนส่งพลังงานของร่างกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) เมื่อร่างกายทำงานหรือออกกำลังกายในเวลาสั้นกว่า 1 นาที การสร้างพลังงาน ATP จะเกิดขึ้นโดยมีสารเร่งปฏิกิริยา Kinase enzymes groups มี phosphoglycerate kinase และ pyruvate kinase ร่วมกับ Creatine phosphotransferase ทำให้ Creatine phosphate ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ เมื่อสารเร่งปฏิกิริยาดลดลง จะทำให้ ATP มีระดับปริมาณลดลง และอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งซึ่งมีผลให้เกิดอาการเหนื่อยล้าต่อร่างกาย



## 2. การสร้างพลังงานของร่างกาย แบบแอโรบิก (Aerobic)

เป็นการใช้จำนวนออกซิเจนในเวลาที่จำกัด เพื่อผลิตพลังงานส่งไปยังขบวนการทำงานของร่างกาย ความสามารถในการจับและใช้ออกซิเจน จึงขึ้นกับความสามารถในการหายใจ ระบบเอนไซม์ (Enzymes) ระบบกล้ามเนื้อ ฯลฯ การสูดดมโลหิตและประสิทธิภาพของการลำเลียงออกซิเจนไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย คาร์โปวิช (Karpovich, 1965 : 65 - 75) ได้กล่าวว่าการวัดสมรรถภาพของร่างกายในการทำงานที่ดีที่สุด คือ การวัดขบวนการขนส่งพลังงานแบบแอโรบิก ซึ่งขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบภายในและองค์ประกอบภายนอก

### ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบของขบวนการขนส่งพลังงานแบบแอโรบิก

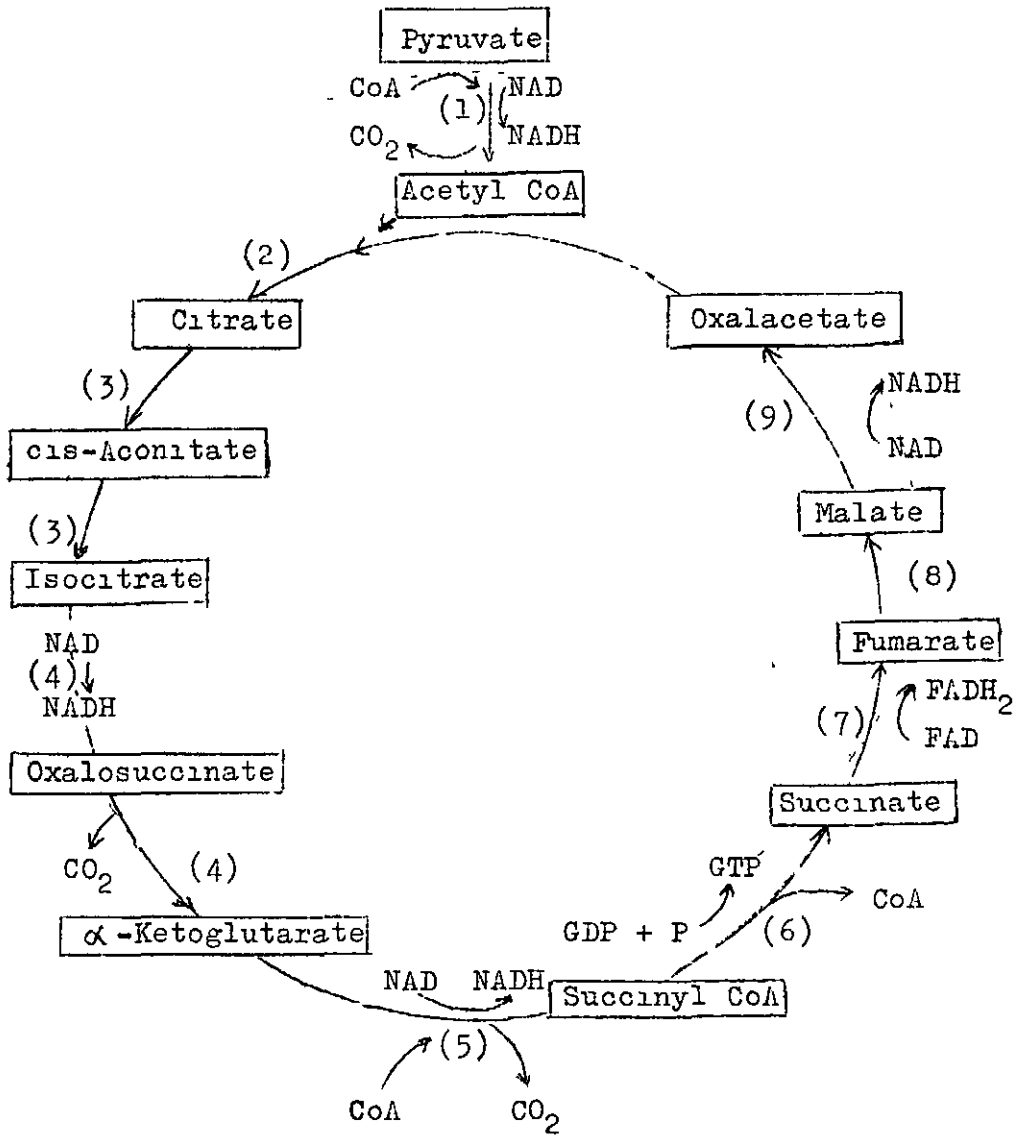
#### ขบวนการขนส่งพลังงานแบบแอโรบิก

##### องค์ประกอบภายใน

##### องค์ประกอบภายนอก

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- การลำเลียงออกซิเจน ความสามารถในการจับและใช้ออกซิเจนโดยกล้ามเนื้อ</li><li>- ความสามารถของปอด การหายใจเข้าออก</li><li>- การกระจายและคุณสมบัติของอากาศ ระหว่างระบบการหายใจ และระบบไหลเวียนของโลหิต</li><li>- ระบบไหลเวียนของโลหิต ปริมาณการสูดดมโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ</li><li>- ปริมาณโลหิตในร่างกาย</li><li>- ขบวนการ เมตะโบลิซึม</li><li>- ขบวนการกำจัดของเสียและสารเป็นพิษที่เกิดขึ้นในร่างกาย</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- อายุ และเพศ</li><li>- ชนิดของการออกกำลังกาย</li><li>- จำนวนกล้ามเนื้อ ความหนักเบาของงาน เวลา และทรวดทรงของร่างกาย</li><li>- สิ่งแวดล้อม</li><li>- การฝึกซ้อมและระดับความสมบูรณ์ของร่างกาย</li></ul> |
|---|---|

ภาพประกอบ 6 การสร้างพลังงานแบบแอโรบิก



3. ความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อกับประสาท การทำงานของกล้ามเนื้อ เนื่องจาก การกระตุ้นของใยประสาท การเคลื่อนไหวอย่างประสานกันของกล้ามเนื้อขึ้นกับคำสั่งที่กล้ามเนื้อ ได้รับจากระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System)

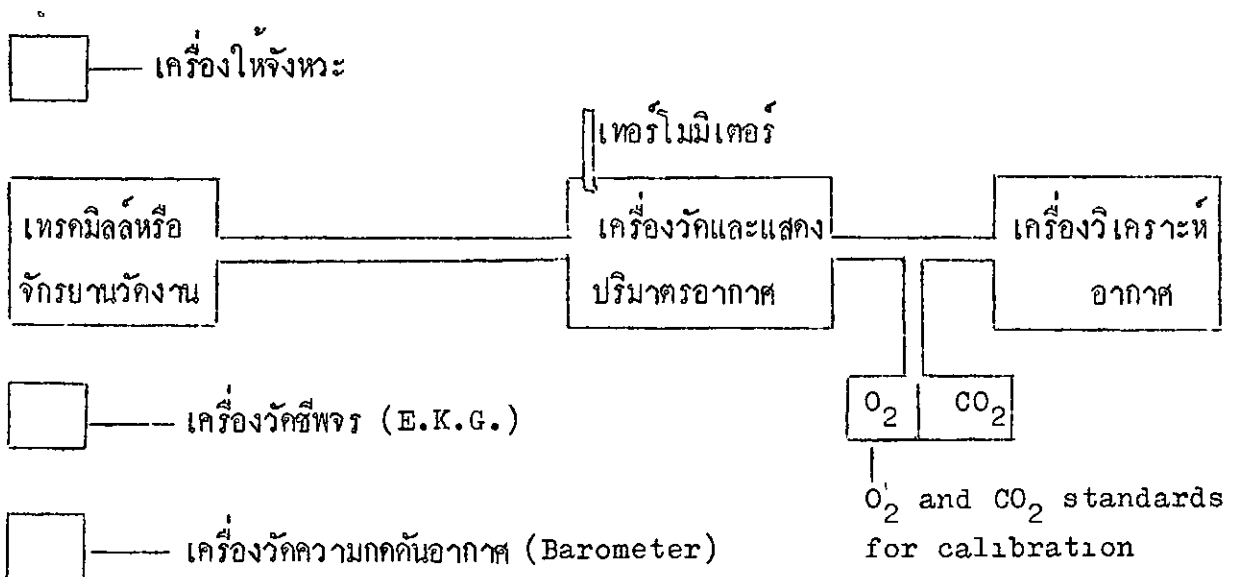
4. แรงจูงใจ เป็นทางหนึ่งของการเพิ่มความสามารถในการทำงานและการเล่นกีฬา ทั้งขณะฝึกซ้อมและแข่งขัน ส่วนใหญ่แล้วจะเห็นได้จากการแข่งขัน แรงจูงใจก็อาจเป็นรางวัลหรือ เสียงเชียร์ ผู้แข่งขันบางคนอาจเพียงต้องการความชนะเลิศเพื่อชื่อเสียงเท่านั้น โดยมีหวังรางวัล แรงเชียร์จากคนดูของกีฬางานประเภท เช่น กรีฑา ฟุตบอล ก็เป็นผลให้การแข่งขันเปลี่ยนไปได้

การวัดความสามารถในการจับออกซิเจน

กระทำโดยสองวิธี คือ

1. วิธีวัดโดยตรง (Direct Method) จากเครื่องมือ ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบด้วย เทรคมิลล์ (Treadmill) จักรยานออกกำลังกาย (Bicycle Ergometer) เครื่องวัดและแสดงปริมาณอากาศ (Gasometer) เครื่องวิเคราะห์อากาศ (Gas-analyzer) เครื่องให้จังหวะ (Metronome) และนาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) วิธีการวัดโดยหายใจเข้าออกจากเครื่องเก็บอากาศ ซึ่งมีทั้งแบบวงจรเปิด และวงจรปิด แล้ววิเคราะห์อัตราส่วนของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศที่หายใจเข้าออก เพื่อคำนวณหาจำนวนออกซิเจนที่ร่างกายจับได้ในแต่ละนาที แต่วิธีนี้ไม่สะดวก ตรงที่ต้องทดลองในห้องปฏิบัติการ วิธีการยุ่งยาก ซับซ้อนและเสียเวลานานในการทดสอบ

ภาพประกอบ 7 แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์อากาศจากเครื่องมือ



2. วิธีวัดทางอ้อม (Indirect Method) โดยให้ผูถูกทดสอบทำงานหนักในระดับเกือบสูงสุดระยะเวลาประมาณ 5 - 10 นาที ไม่ถึงกับหมดแรง เพื่อประมาณค่าสูงสุดของความสามารถจับออกซิเจนของร่างกาย วิธีนี้สะดวกเพราะใช้เวลาในการทดสอบ และวิธีการไม่ยุ่งยาก และหลีกเลี่ยงอันตรายจากผู้รับการทดสอบที่สูงอายุ

ออสตรานด์ และ รอยมิ่ง (Astrand and Rhyning. 1954 : 218 - 221) ใช้การขี่จักรยานวิ่งเป็นเวลา 6 นาที ระดับของงาน 600 กิโลปอนด์มีเตอร์ต่อนาที วัฏชีพจรทุกนาทีเพื่อหาระดับคงที่ (Steady State) ของอัตราการเต้นของหัวใจ แลวนำค่าอัตราการชีพจรที่คงที่ไปเปิดตารางเทียบหาค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด แบบทดสอบนี้มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 8 - 15 เปอร์เซ็นต์ ความเหมาะสมของแบบทดสอบสามารถทำนาย สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดได้อย่างใกล้เคียง สะดวกต่อการทดสอบ (คุณภาพผนวก ค.)

อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันก็คือ แบบทดสอบฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์ ซึ่งเราสามารถใส่แบบทดสอบนี้สำหรับวัดความสัมพันธ์ในการทำงานของหัวใจ กล้ามเนื้อ ประสาท และการไหลเวียนของโลหิตเพื่อวัดประสิทธิภาพ ความอดทนในการทำงานของร่างกาย ดังนั้น แบบทดสอบฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์ ก็น่าจะใช้วัดการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตได้ ผู้ที่โคเคแนจจากการทดสอบฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์สูงตั้งแต่ 90 คะแนนขึ้นไป ก็ควรมีการประสานงานที่ดีของระบบหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิตและระบบกล้ามเนื้อ การวัดการชนีประสิทธิภาพของร่างกายจะต้องอาศัยการทำงานจากระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจของร่างกายเข้ามาเกี่ยวข้อง

เมื่อเริ่มออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากชีพจรปกติ คือ 70 - 80 ครั้ง/นาที ถ้าออกกำลังกายเบา ๆ (วิ่งด้วยความเร็วประมาณ 4.0 - 5.0 กิโลเมตร/ชั่วโมง) หรือปานกลาง (วิ่งด้วยความเร็วประมาณ 5.0 - 8.0 กิโลเมตร/ชั่วโมง) สำหรับผู้มีอายุระหว่าง 18 - 30 ปี และร่างกายอยู่ในสภาพสมบูรณ์ อัตราเต้นของหัวใจจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักเบาของงาน อัตราเต้นของหัวใจจะค่อย ๆ ลดลงเข้าสู่สภาพปกติ หลังจากหยุดออกกำลังกาย (จรรยาพร ธรณินทร์ 2519 : 213) ผู้ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงเร็ว ก็จะมีคะแนนการชนีประสิทธิภาพของร่างกายที่ดีด้วย คะแนนนี้สามารถบอกถึงสมรรถภาพทางกายของผู้นั้นได้ภายในเกณฑ์ใด เช่น ตามเกณฑ์ของฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์ (Harvard Step Test)

ตาราง 1 เกณฑ์สมรรถภาพของฮาร์วาร์ดสเคปเทสต์

คะแนน	เกณฑ์สมรรถภาพ
90 ขึ้นไป	ดีมาก
80 - 89	ดี
65 - 79	พอใช้
55 - 64	ต่ำ
ต่ำกว่า 55	ต่ำมาก

(จรรยาพร ธรนิทร์ 2516 : 50)

ค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย จึงแสดงถึงความสามารถในการทำงานของร่างกายว่ามีประสิทธิภาพคี่มากน้อยเพียงใด ในทำนองเดียวกัน ความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุดก็แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายเช่นกัน การที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายกับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด จึงน่าที่จะมีความสัมพันธ์กันและ เป็นประโยชน์สำหรับการคัดเลือกนักกีฬาและการทดสอบความสมรรถนะของร่างกาย ผู้วิจัยเห็นว่าในสภาพบ้านเมืองของเรา การใช้แบบทดสอบฮาร์วาร์ดสเคปเทสต์มาทดสอบเพื่อจะนำค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายไปทำนายความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด และจะมีความสัมพันธ์น้อยกว่าการใช้แบบทดสอบอย่างอื่น การทดสอบก็สามารถทำได้ง่าย ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบฮาร์วาร์ดสเคปเทสต์ (Mathews. 1978 : 268 - 270) มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับเด็กอายุ 16 - 18 ปี โดยพยายามให้เด็กระดับนี้ได้ทำงานสูงสุดความสามารถภายในเวลาที่ประมาณให้ (12 นาที) และเพิ่มน้ำหนักบรรทุก ตามน้ำหนักร่างกายของผู้ถูกทดสอบทุกช่วงเวลาทดสอบ (ดูภาคผนวก ข.)

### ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครอนนีประสิทธิภาพของร่างกาย (Physical Efficiency Index หรือ PEI) กับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption หรือ Max  $Vo_2$ )
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมติฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มเพลสท์ กับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ถ้าค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าครอนนีประสิทธิภาพของร่างกายกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด มีความสัมพันธ์กัน ก็สามารถใช้ค่าครอนนีประสิทธิภาพของร่างกายเป็นตัวคัดเลือกผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายเพื่อการ เล่นกีฬาหรือใช้ตั้คยู่ที่มีความฉกติกติของการเจริญเติบโตและอธิบายถึงความสามารถของบุคคลนั้นได้อีกด้วย
2. ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมติฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มเพลสท์ กับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด มีความสัมพันธ์กันก็สามารถใช้เวลาที่ทำการทดสอบเป็นตัวคัดเลือกผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายและอธิบายถึงความสามารถของบุคคลนั้นได้เช่นกัน
3. การศึกษานี้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุดต่อไป

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครอนนีประสิทธิภาพของร่างกาย จากวิธีโมติฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มเพลสท์ กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด
2. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมติฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มเพลสท์กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารังนี้ เป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ของโรงเรียนวิมุกตอารามพิทยากร ปีการศึกษา 2522 และมีอายุระหว่าง 16 - 18 ปี จำนวน  
50 คน

#### ขอตกลงเบื้องต้น

1. แบบทดสอบบุคลิกกรโมคิฟายคัฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์ มีความเหมาะสมในการทดสอบ  
ประสิทธิภาพของร่างกายสำหรับนักเรียนชายที่มีอายุระหว่าง 16 - 18 ปี มีความเชื่อมั่น 0.94  
ความเที่ยงตรง 0.81 (ภูภาคผนวก ข.)

2. แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด มีความเหมาะสมในการทดสอบ  
ความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด สำหรับนักเรียนชายที่มีอายุระหว่าง 16 - 18 ปี  
(ภูภาคผนวก ค.)

#### กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ

กรรมนี้ประสิทธิภาพของร่างกาย คือ ค่าที่บอกความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติงาน  
ซึ่งในที่นี้ คือ การก้าวเดิน

ความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด คือ ความสามารถของร่างกายที่จะจับออกซิเจน  
ได้สูงสุด เพื่อนำไปใช้ในระหว่างการออกกำลังกายเต็มที่ มีหน่วยเป็น L/min. และ ml./kg./min.  
(จรรยาพร ธรินทร์ 2520 : 17)

นักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คือ นักเรียนชายที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษา  
ตอนปลายของโรงเรียนวิมุกตอารามพิทยากร ปีการศึกษา 2522 ที่มีอายุระหว่าง 16 - 18 ปี

#### เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเกี่ยวกับการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกรรมนี้ประสิทธิภาพของร่างกายกับความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุดของร่างกาย เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

X คิวตัน (Cureton. 1951 : 204) ได้ศึกษาค้นคว้าค่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความอดทนในการทำงาน โดยการวิจัยการนำงานของนักศึกษายาว จำนวน 25 คน พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ซึ่งมีหน่วยเป็น ลิตร/นาที กับความอดทนในการทำงานมีค่าเท่ากับ 0.24 แต่ถ้านำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์จะมีค่าสูงขึ้น คือ เท่ากับ 0.34 /

เคอร์วีส์ และ คลาฟส์ (Devries and Klafs. 1964 : 1 - 12) ได้รายงานสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดว่ามีค่าเท่ากับ 0.77 ในปีต่อมา เคอร์วีส์ และ คลาฟส์ (Devries and Klafs. 1965 : 207 - 214) ได้รายงานสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถในการทำงานว่ามีค่าเท่ากับ 0.88 ตามค่าทำนายของ จอสตรานด์ - วาลันด์ เทสต์ (Sjostrand Wahlund Test)

โอลรี และคนอื่น ๆ (Olee and others. 1965 : 67 - 71) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของเยาวชนของสมาคมสุขศึกษา พลศึกษาและสันทนาการแห่งประเทศไทย (American Association of Health Physical Education and Recreation South Fitness Test) เขาได้ศึกษากับเด็กชายที่มีอายุระหว่าง 16 - 17 ปี พบว่าแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของสมาคมสุขศึกษา พลศึกษาและสันทนาการแห่งประเทศไทยนี้ทุกรายการ (ลูกนั่ง ขวางลูกซอพบอลล์ วิ่งเดิน 600 หลา ฯลฯ) มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

X ฟอลล์ อีสเมล และ แมคเลียค (Falls, Ismail and Maclead. 1966 : 192 - 201) พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่วิ่งและเดิน 600 หลา กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ที่มีหน่วยเป็นลิตร/นาที มีค่าเท่ากับ -0.47 ที่มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที มีค่าเท่ากับ -0.67 และถ้านำน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมัน เมื่อใช้หน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที มีค่าเท่ากับ -0.48

วิลมอร์ (Wilmore. 1967 : 203 - 210) ได้ศึกษาหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถคนในการทำงาน โดยใช้วิธีวิเคราะห์อากาศที่หายใจกับเวลาที่ใช้ขี่จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer) ปรากฏว่า สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นลิตร/นาที กับความสามารถคนในการทำงานมีค่าเท่ากับ 0.84 แต่สหสัมพันธ์จะลดลงเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว คือ มีค่าเท่ากับ 0.37 และสหสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมัน คือ มีค่าเท่ากับ 0.18

เมทซ์ และ อเล็กซานเดอร์ (Metz and Alexander. 1967 : 75 - 81) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทำงานสูงสุดกับสมรรถภาพทางกายของเด็กผู้ชายอายุ 12 - 15 ปี ความสามารถในการทำงานสูงสุด ใช้การทดสอบวิ่งบนเทรคมิลล์ (Treadmill) ส่วนสมรรถภาพทางกายใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเยาวชนของสมาคมลูกศึกษา พลศึกษา และสันตนาการแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา แบบทดสอบความแข็งแรงของแมคคลอย และฮาร์วาร์ดสเคปเทสต์ โดยให้เด็กทุกคนทำการทดสอบดังกล่าวมาแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ ผลปรากฏว่า สำหรับเด็กผู้ชาย 12 - 13 ปี แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเยาวชนของสมาคมลูกศึกษา พลศึกษา และสันตนาการแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ทุกรายการ (คั้นข้อกับพื้น ลูกนั่ง วิ่งกลับตัว 40 หลา วิ่งเร็ว 50 หลา วิ่งเค้น 600 หลา ยืนกระโดดไกล ขว้างลูกชอปบอลล์) นอกจากรายการลูกนั่ง มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับเด็กผู้ชายอายุ 14 - 15 ปี แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเยาวชนของสมาคมลูกศึกษา พลศึกษา และสันตนาการแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ทุกรายการ (วิ่งกลับตัว วิ่งเร็ว 50 หลา ฯลฯ) นอกจาก ลูกนั่ง ขว้างลูกชอปบอลล์ และวิ่งเค้น 600 หลา มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเช่นเดียวกับแบบทดสอบความแข็งแรงของแมคคลอย ทุกรายการ (คั้นข้อ วิ่งเร็ว 50 - 100 หลา วิ่งหรือยืนกระโดดไกล วิ่งกระโดดสูง หุ่นน้ำหนัก) กับคะแนนฮาร์วาร์ดสเคปเทสต์ มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในปีเดียวกัน เมทซ์ และ อเล็กซานเดอร์ (Metz and Alexander. 1967 : 187 - 193) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด จากการทำงานในภาวะเกือบสูงสุด โดยให้ผูถูกทดสอบที่มีอายุ 12 - 15 ปี จำนวน 60 คน ทดสอบหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยวิ่งบนเทรคมิลล์ ขณะทดสอบบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ สมรรถภาพการจับออกซิเจน และ เรสพิราทอรี โควเทียนท์ (Respiratory Quotient) ผลปรากฏว่าอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการทำงานในภาวะเกือบสูงสุดมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ตามที่วัดในวิธีนี้สามารถทำนายได้อย่างมีเหตุผลจากอัตราการเต้นของหัวใจ สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และ เรสพิราทอรี โควเทียนท์

ต่อมา คอทเทน (Cotten. 1968 : 91 - 95) ได้ศึกษาแบบทดสอบสำหรับวัดสมรรถภาพการทำงานประสานกันระหว่างหัวใจกับหลอดเลือดและระบบกล้ามเนื้อ (Cardiovascular fitness) โดยพัฒนาจากแบบทดสอบสเต็ปเทสต์ของมหาวิทยาลัยโอไฮโอ (Ohio State University Step Test) แบบทดสอบที่ดัดแปลงวิธีการ คือ การทดสอบจะให้ผูถูกทดสอบทำ Step Test 18 ช่วง บนมาสูง 17 นิ้ว แต่ละช่วงทำ 30 วินาที แล้วยุคพัก 20 วินาที เพื่อจับชีพจร โดยจับวินาทีที่ 5 - 15 ของเวลาหยุดพัก (จับชีพจร 10 วินาที) ในการทำ Step Test นี้จะให้เพิ่มความเร็วของการก้าวเป็นสามระยะยะ คือ

ระยะที่ 1 - ระยะที่ 6 ให้ความเร็วของการก้าว 24 ครั้ง/นาที

ระยะที่ 7 - ระยะที่ 12 ให้ความเร็วของการก้าว 30 ครั้ง/นาที

ระยะที่ 13 - ระยะที่ 18 ให้ความเร็วของการก้าว 36 ครั้ง/นาที

ผูถูกทดสอบจะต้องทำการทดสอบจนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจของเขาเต้นถึง 150 ครั้ง/นาที (25 ครั้งต่อ 10 วินาที) หรือเมื่อทำการทดสอบครบ 18 ครั้ง จึงหยุดให้คะแนนตามจำนวนครั้งที่สามารถทำได้ ผูถูกทดสอบทำการทดสอบสเต็ปเทสต์ที่เขาดัดแปลงและทดสอบ บัลค์ เทรคมิลล์ เทสต์ (Balke Treadmill Test) การทดสอบทั้งสองอย่างให้ท่าภายในสัปดาห์เดียวกัน แต่ไม่ให้ทำทั้งสองแบบทดสอบภายในวันเดียวกัน ผลปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างสเต็ปเทสต์ที่เขา

กักแปลงกับผลการทดสอบ บัลก์เทรคมิลล์เทสต์ มีค่าเท่ากับ 0.84 ดังนั้น สเต็ปเทสต์ที่เขา  
คิดแปลงขึ้นมาสามารถใช้คาดคะเนหรืออธิบายสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ และหาคอกเลือดได้

✓ ริบิซิล และ แคชคาเรียน (Ribisl and Kachadarian. 1969 : 17 - 22)  
ได้ศึกษาการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในคนหนุ่มและผู้ใหญ่ โดยใช้การวิ่ง 1 ไมล์  
และ 2 ไมล์ ผลปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ของเวลาการวิ่งกับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดใน  
การวิ่ง 1 ไมล์ และ 2 ไมล์ เท่ากับ  $-0.79$  กับ  $-0.85$  ตามลำดับ

✓ แคช (Katch. 1970 : 5181-A) ได้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพ  
การจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถในการทำงานหนัก เขาพบว่าบุคคลที่มีสมรรถภาพการจับ  
ออกซิเจนสูงสุดจะมีความสามารถอดทนทำงานหนักได้ นอกจากนี้ก็หาช่วงเวลาที่หักในการ  
ทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนโดยการใส่สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นเกณฑ์  
การหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ทำโดยวิธีเพิ่มจังหวะการทำสเต็ปเทสต์ขึ้นจากความเร็ว  
30 รอบ/นาที เป็น 36 รอบ/นาที การวัดความสามารถในการทำงานหนักให้ใช้จักรยานวัดงาน โดย  
การชันสายพานให้ตัวเลขที่ 2.5 กิโลปอนด์ในอัตรา 60 รอบ/นาที และเพิ่ม 0.5 กิโลปอนด์  
ทุกสองนาที จนกระทั่งผู้ถูกทดสอบไม่สามารถขี่ต่อไปได้ ส่วนการทดสอบการทำงานประเภทที่  
ต้องใช้ความอดทนใช้ความอดทนใช้การวิ่งบนเทรคมิลล์เป็นเวลา 12 นาที สหสัมพันธ์ที่คิดเป็น  
นาที แต่ละนาทีระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และคะแนนการทดสอบการทำงาน  
ประเภทที่ต้องใช้ความอดทนเพิ่มขึ้นดังนี้ นาทีที่ 1 และ 2 ไม่มีนัยสำคัญ นาทีที่ 3 สหสัมพันธ์  
มีค่าเท่ากับ 0.40 นาทีที่ 6 สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.71 และนาทีที่ 12 สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ  
0.78 สรุปได้ว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน  
ประเภททนทาน และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดไม่มีประสิทธิภาพในการทำนาย การทำงาน  
ประเภทที่ต้องใช้ความเร็วและระยะเวลาสั้น

หลุยส์ (Lewis. 1970 : 5825-A) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาสเต็ปเทสต์ เพื่อจะใช้  
ทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของเด็กผู้ชายระดับอุดมศึกษา โดยการให้ผู้ถูกทดสอบ  
แต่ละคน ก้าวเป็นจังหวะ (1 - 2 - 3 - 4) บนมาสูง 14 นิ้ว ในอัตรานาทีละ 12, 15,

18, 21, 24, 27, 30, 33, 36 และ 39 รอบ/นาที โดยให้ทำแบบละหนึ่งนาที หรือ  $1\frac{1}{2}$  นาที แล้วจับชีพจรหลังพัก 30 วินาที เป็นเวลาหนึ่งนาที ใหม่อีกทดสอบการตามอัตราคิงกลาวไปจนกระทั่งอัตราการเต้นของชีพจรถึง 180 ครั้ง/นาที ในครั้งต่อไปใหม่อีกทดสอบทำการทดสอบ บัลด์เทรคมิลล์เทสต์ เพื่อหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด จากการนำผลการทดสอบสองแบบนี้ มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ ปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบสลับเทสต์โดยการใช้อัตราการก้าว 30 จังหวะ/นาที กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยการใช้อัตราการก้าว 30 จังหวะ/นาที มีค่าเท่ากับ 0.898 ดังนั้น แบบทดสอบนี้สามารถใช้ทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักเรียนในระดับอุดมศึกษาได้

เกรกอรี (Gregory. 1970 : 5 - 12) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวิ่ง 12 นาที กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษายาในมหาวิทยาลัย พบสหสัมพันธ์ของการวิ่ง 12 นาที กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเท่ากับ 0.66

(แควร์นีย์ และ เบิร์นส์ (Kearney and Byrnes. 1974 : 9 - 15)

ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการวิ่ง  $\frac{1}{2}$  ไมล์ 1 ไมล์ และวิ่ง 12 นาที กับการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษายาเรียนวิชาเอกพลศึกษา ใช้การทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด โดยการขี่จักรยานตามวิธีของ ออสตรานด์ (Astrand) ได้พบว่าสหสัมพันธ์ของเวลาการวิ่งกับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในการวิ่ง  $\frac{1}{2}$  ไมล์ 1 ไมล์ และวิ่ง 12 นาที เท่ากับ -0.30, -0.59 และ 0.64 ตามลำดับ

มารอน และคนอื่น ๆ (Maron and others. 1976 : 863 - 868)

ได้ศึกษาการวัดการใช้ออกซิเจนของนักวิ่งมาราธอน โดยทดสอบจากนักวิ่งมาราธอน 2 คน ที่เข้าทำการแข่งขันให้วิ่งในภูมิประเทศที่มีความลาดเอียง แล้ววัดการใช้ออกซิเจนทุก ๆ 3 ไมล์ของระยะการวิ่ง ผู้ถูกทดสอบต้องใช้พลังงานมาก และต้องการพลังงานถึง 68 - 100 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด และเมื่อเขาวิ่งได้ระยะทาง 23.4 ไมล์ ออกซิเจนที่นำมาใช้ไ้มากที่สุดเท่ากับ 4.54 ลิตร/นาที

คาสเตอร์ และ ชาลลอปกา (Custer and Chaloupka. 1977 : 47 - 50)  
 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับระยะทางการวิ่ง  
 ของนักศึกษาหญิงที่มีอายุระหว่าง 18 - 21 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบสมรรถภาพการจับ  
 ออกซิเจนสูงสุด โดยการขี่จักรยานตามวิธีของออสตรานด์ (Astrand) นั้นที่ระยะการวิ่ง  
 เมื่อครบ 6 นาที 9 นาที และ 12 นาที ผลปรากฏว่าสหสัมพันธ์ของสมรรถภาพการจับ  
 ออกซิเจนสูงสุดกับระยะทางการวิ่ง 6, 9, 12 นาที เท่ากับ 0.45, 0.37, 0.49 ตามลำดับ

/ เกทเชลล์ และคนอื่น ๆ (Getchell and others. 1977 : 61 - 67)  
 ได้ศึกษาการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจากการวิ่ง 1.5 ไมล์ ในนักศึกษาหญิง  
 จำนวน 21 คน ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ผลปรากฏว่า สหสัมพันธ์ของสมรรถภาพการจับออกซิเจน  
 สูงสุดกับเวลาการวิ่ง 1.5 ไมล์ เท่ากับ 0.466 แต่ถ้านำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้องจะมี  
 สหสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.915

### สมมติฐานของการศึกษา

1. ค่าครอนีประสิทธิภาพของร่างกายมีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด
2. ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบสถิติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์กสเค็ปเทสต์ มีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนวิมุตยารามพิทยากร ปีการศึกษา 2522 ที่มีอายุระหว่าง 16 - 18 ปี และมีสุขภาพดี จากนักเรียนทั้งหมด 12 หอง สุ่มออกมา 4 หอง แล้วสุ่มนักเรียนควยการจับสลากมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง 50 คน โดยวิธีสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling)

ตาราง 2 สภาพร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง

สภาพร่างกาย	หน่วย	$\bar{X}$	S	Range
อายุ	ปี	16.9	0.74	16 - 18
น้ำหนัก	กิโลกรัม	52.23	7.46	46 - 59
ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย	กะแนน	211.98	87.31	87.4 - 418.6
ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบ	นาที	7.38	2.72	3 - 12
ความสามารถในการจับออกซิเจนใต้วงสูงที่สุด	L/min	2.09	0.16	1.9 - 2.6
	ml/kg./min	40.01	3.33	36 - 50

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์ (Thitikorn Modified Harvard Step Test) มีความเชื่อมั่น (Reliability) 0.94 และมีความเที่ยงตรง (Validity) 0.81 (ดูภาคผนวก ข)

### อุปกรณ์ในการทดสอบ

1. มายาวสูง 18 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
2. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) จำนวน 2 เรือน
3. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) จำนวน 1 เครื่อง
4. เป้สะพายหลังสำหรับบรรจุถุงทราย จำนวน 1 ใบ
5. ถุงทราย มีน้ำหนักต่าง ๆ กัน คือ 0.1, 0.5, 1.0 และ 2.0 กิโลกรัม

### วิธีการทดสอบวิธีกรโมคิฟายคฮารัวร์คส เตปเทสท์

1. ชั่งน้ำหนักตัวของผู้ทดสอบบันทึกไว้ แล้วเปลี่ยนน้ำหนักตามเปอร์เซ็นต์ที่จะต้องเพิ่ม เอาศูนยามตำแหน่งเดียว ถ้าตำแหน่งที่ 2 เกินครึ่งให้ปักขึ้น น้ำหนักที่จะต้องเพิ่มในแต่ละช่วงมีดังนี้ คือ

อันดับร่างกาย 3 นาที ใช้น้ำหนัก 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
การอบอันดับร่างกายใช้วิธีการ Step Test ความเร็ว 30 รอบ/นาที  
หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 1 นาทีที่ 1 - 3 ใช้น้ำหนัก 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
หยุดพัก 30 วินาที  
ช่วงที่ 2 นาทีที่ 4 - 6 ใช้น้ำหนัก 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 3 นาทีที่ 7 - 9 ใช้น้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 4 นาทีที่ 10 ขึ้นไป ใช้น้ำหนัก 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

2. อัตราความเร็วของการก้าวเท้า 30 รอบ/นาที ควบคุมจังหวะโดยเครื่องให้จังหวะ (Metronome) จังหวะของการก้าวเท้ามี 4 จังหวะ คือ 1 - 2 - 3 - 4

- 2.1 ยืนเตรียมตัวพร้อมบนพื้น แลวก้าวเท้าชายขึ้นบนม้ายาว เมื่อได้รับสัญญาณที่ 1
- 2.2 ก้าวเท้าขวาตามขึ้นไป เมื่อได้รับสัญญาณที่ 2
- 2.3 ก้าวเท้าซ้ายลงสู่พื้น เมื่อได้รับสัญญาณที่ 3

2.4 ก้าวเท้าขวาลงสู่พื้น เมื่อได้รับสัญญาณที่ 4

รวม 4 จังหวะเป็น 1 รอบ

3. ใหญ่ถูกทดสอบ ใส่แปรรรจูงทราย 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย แล้วอบอุณร่างกาย 3 นาที โดยการ Step Test เมื่อครบแล้วให้พัก 30 วินาที

4. เพิ่มน้ำหนักร่างกายอีก 3 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบในช่วงที่ 1 เป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบให้พัก 30 วินาที จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาคาคกรรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย ในช่วงที่ 1 ตามสูตร (Mathews. 1978 : 269)

$$\text{กรรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI}_1\text{)} = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

5. ทดสอบในช่วงที่ 2 หลังพัก 30 วินาที เพิ่มน้ำหนักเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ทดสอบเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบให้พัก 30 วินาที จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาคาคกรรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 2 ตามสูตร (Mathews. 1978 : 269)

$$\text{กรรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI}_2\text{)} = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

6. ทดสอบในช่วงที่ 4 หลังพัก 30 วินาที เพิ่มน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ทดสอบเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบให้พัก 30 วินาที จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาคาคกรรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 3 ตามสูตร (Mathews. 1978 : 269)

$$\text{กรรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI}_3\text{)} = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

7. ทดสอบในช่วงที่ 4 หลังพัก 30 วินาที เพิ่มน้ำหนัก 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ให้ทดสอบจนอัตราชีพจรของผู้ทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง  $190 \pm 10$  ครั้ง/นาที เมื่อหยุดทดสอบให้จับเวลาที่หัวใจแล้วพัก 30 วินาที แล้วหาคาคกรรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 4 ตามสูตร (Mathews. 1978 : 269)

$$\text{กรรมวิธีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI}_4\text{)} = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

8. จำนวนวินาทีในการออกกำลังกายให้คิดรวมกับเวลาที่ทดสอบมาแล้วในช่วงก่อน  
 คุย เวลาในการอบอุ่นร่างกายไม่นำมาคิด

2. แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุดของออสตราคและไรท์มิง  
 (คูภาคผนวก ก)

#### อุปกรณ์

1. จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer)

จำนวน 1 คัน

2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) จำนวน 1 เครื่อง

3. เครื่องตรวจฟัง (Stethoscope) จำนวน 1 เครื่อง

4. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) จำนวน 1 เรือน

5. เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน จำนวน 1 เครื่อง

#### วิธีการทดสอบ

1. ตรวจสอบเครื่องให้จังหวะและตั้งใหม่จังหวะ 100 ครั้ง/นาที

2. ใหญ่ถูกทดสอบขึ้นนั่งบนอาน ปรับอาน และที่จับให้เหมาะกับผูถูกทดสอบ  
 ทั้งสายพานให้ตัว เลขอยู่ที่ 0

3. เริ่มทดสอบใหญ่ถูกทดสอบเริ่มปั่นจักรยาน แล้วจึงตั้งน้ำหนักวงโดยการ  
 ขึ้นสายพานให้ตัว เลขตรงกับ 2 กิโลปอนด์ และเริ่มจับเวลาการทดสอบ ตรวจเช็คน้ำหนักวง  
 อย่างน้อยนาที่ละครั้ง

4. ใหญ่ถูกทดสอบปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 50 รอบ/นาที ตามเครื่องให้จังหวะ  
 หรือการเคลื่อนที่ของ เขาครีงรอบตอหนึ่งจังหวะ

5. จับเวลาการ เต้นของชีพจรจำนวน 30 ครั้ง เมื่อผูถูกทดสอบทำการทดสอบครบ  
 นาที (ทุกนาที่จนครบ 6 นาที) โดยชีพจรที่ตรวจออกกระดับหัวใจ

6. บันทึกเวลาการเต้นของชีพจรทุกนาที (6 นาที) นำเวลาการเต้นของชีพจร 30 ครั้งของแต่ละนาทีที่บันทึกไว้แล้วเปิดตาราง 9 (ภาคผนวก ค) เทียบหาจำนวนการเต้นของชีพจรเป็น 1 นาที

7. นำอัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady States) ของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนจากการฝึกจักรยานวิ่งงานไปเปิดตาราง 10 (ภาคผนวก ก) หาคาคาคะเนของปริมาณการจับออกซิเจนตามวิธีของออสตรานด์

8. อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่หรือจำนวนครั้งของการเต้นที่แตกต่างกับการเต้นของหัวใจในครั้งก่อน 1 ครั้ง ไม่เกิน  $\pm 5$  ครั้ง

9. แกนขาของการจับออกซิเจนสูงสุดที่ได้รับ โดยการคูณด้วยตัวแปรของอายุ (Age Factor) เพื่อที่จะได้รับค่าของการจับออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนที่ถูกต้อง

10. เมื่อต้องการทราบความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุดใหน่วย มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที หรือนำน้ำหนักตัว เขามาเกี่ยวข้องกับค่าความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุดใหน่วย ลิตร/นาที เปิดตาราง 11 (ภาคผนวก ค)

#### สถานที่ทดสอบ

โรงเรียนวิมุตยารามพิทยากร

#### ผู้ดำเนินการทดสอบ

การศึกษารุ่นนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบเองทั้งสิ้น

#### การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

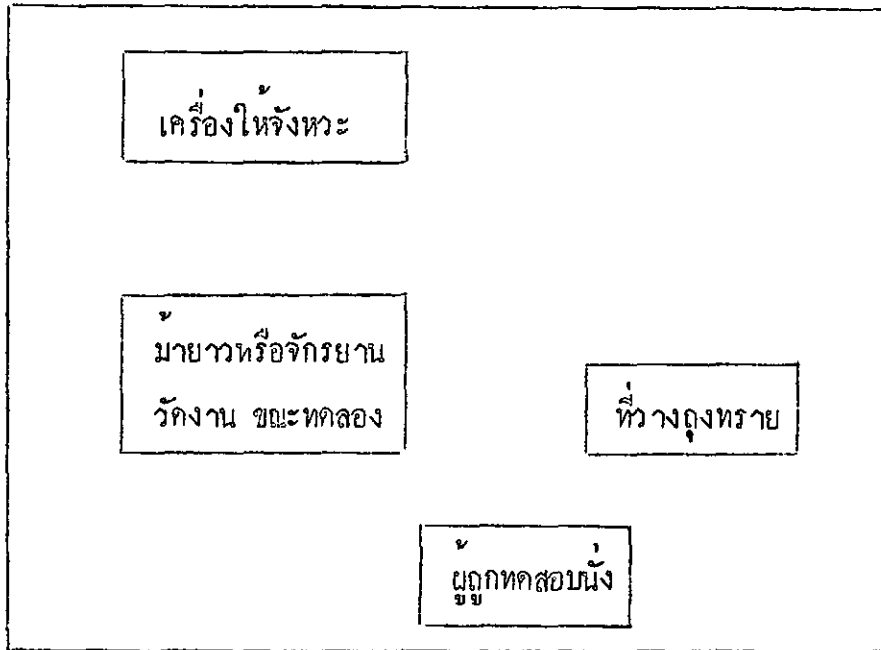
ผู้วิจัยได้ดำเนินการ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนนี้ คือ

1. เลือกนักเรียนจากโรงเรียนวิมุตยารามพิทยากร ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
2. ติดต่อขอข้อมิจักรยานวิ่งงานจากหัวหน้าภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร

3. เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ และเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น มายาว จักรยานวิ่งงาน นาฬิกาจับเวลา เครื่องให้จังหวะ เปสะพายหลัง ถุงทราย และอื่น ๆ ที่จำเป็น

ภาพประกอบ 8 แผนภูมิตำแหน่งอุปกรณ์ทดสอบ



4. กำหนดวันและเวลาที่จะทำการทดสอบ เพื่อความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล เวลาที่ใช้ทำการทดสอบตั้งแต่เวลา 13.00 – 15.00 น.

5. ดำเนินการทดสอบตามลำดับขั้นตอนที่ได้วางไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบรูทีกรโมคิฟายค์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์ (ภาคผนวก ข)

2. หาสมมติเลขคณิต และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย และช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบรูทีกรโมคิฟายค์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์

3. หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย กับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด

หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบรูทีกรโมคิฟายค์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์ กับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงสุด

ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ โดยเปิดตารางค่าต่ำสุดของสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ (ประกอบ กรรณสูต 2515 : 113)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาคะแนนเฉลี่ย โดยไชสุตร (Gullford. 1950 : 44)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\Sigma X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยไชสุตร (Ferguson. 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ  $S$  แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\Sigma X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\Sigma X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โยคัยใช้สูตร (Garrett. 1966 : 143)

$$r = \frac{N\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	X	แทน	ค่าครุฑรชนีประสิทธิภพของร่างกาย
		แทน	ช่วงเวลาที่ทำได้ทั้งหมด
	Y	แทน	ความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด
	$\Sigma XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนน X กับ Y
	$\Sigma X, \Sigma Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X กับคะแนน Y ตามลำดับ
	$\Sigma X^2, \Sigma Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4. หาค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง โยคัยใช้สูตรเกี่ยวกับการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์และการแปลความหมายของข้อมูล

1. ผลการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI) กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด (Max  $V_{O_2}$ )

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด

ความสัมพันธ์ระหว่าง	หน่วย	N	$\bar{X}$	S	r
			PEI กับ Max $V_{O_2}$	PEI กับ Max $V_{O_2}$	
ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI)	คะแนน	-	211.98	87.31	-
กับ ความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด (Max $V_{O_2}$ )	L/min	50	2.09	0.16	0.38 **
	ml/kg/min	50	40.01	3.33	0.30 *

\*\* p < .01 (r = .364)

\* p < .05 (r = .277)

ตามผลในตาราง 3 ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายสัมพันธ์แบบตรงเชิงนิมาน กับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด เมื่อมีหน่วยเป็น L/min (ลิตร/นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อมีหน่วยเป็น ml./kg./min (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) หรือมีน้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้อง จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถ้านักเรียนมีค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายสูงก็จะมีระดับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุดสูงด้วย ผลการวิเคราะห์รับสมมติฐานที่ 1

2. ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมคิฟายด์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์ กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมคิฟายด์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์ กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด

ความสัมพันธ์ระหว่าง	หน่วย	N	$\bar{X}$	S	r
			Time กับ Max $Vo_2$	Time กับ Max $Vo_2$	
ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมคิฟายด์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์	นาที	-	7.38	2.72	-
ความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด	L/min	50	2.09	0.16	0.45**
	mL/kg/min	50	40.01	3.33	0.32*

\*\*  $p < .01$  ( $r = .364$ )

\*  $p < .05$  ( $r = .277$ )

ตามผลในตาราง 4 ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมคิฟายด์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์ สัมพันธ์แบบตรงเชิงนิมมาน กับความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุด เมื่อมีหน่วยเป็น L/min (ลิตร/นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อมีหน่วยเป็น mL./kg./min (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) หรือมีน้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้อง จะมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าดำนักรเรียนนี้ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบปฏิบัติการโมคิฟายด์ฮาร์วาร์คส์เต็ปเทสต์นานก็จะมีความสามารถในการจับออกซิเจนใ้สูงสุดสูงด้วย ผลการวิเคราะห์รับสมมติฐานที่ 2

## สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการศึกษาก่อนหน้า

1. ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย มีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนำน้ำหนักตัว เขามาเกี่ยวข้องจะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบลูคิกร โนติฟายด์ฮาร์วาร์กส เตปเทสต์ มีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนำน้ำหนักตัว เขามาเกี่ยวข้อง จะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

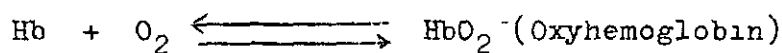
### อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ได้กระทำกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชาย โดยการกำหนดอายุให้อยู่ในระหว่าง 16 - 18 ปี เพื่อพยายามที่จะกำจัดความเสี่ยงเปรียบได้เปรียบของสภาวะของการเจริญเติบโตของร่างกาย

1. ความสัมพันธ์ระหว่างครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงที่สุด

ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย สัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงนิมิตกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $r = .38, p < .01$  กูตาราง 3) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ 1 แสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนมีค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายสูง ก็จะมีระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงที่สุดด้วย เมื่อมีค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายต่ำ ก็จะมีระดับความสามารถในการจับออกซิเจนในเลือดสูงที่สุดต่ำด้วย ก็เพราะครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย มีความสัมพันธ์กับการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหายใจ และระบบไหลเวียน นอกจากนี้ยังอาศัย ขบวนการเผาผลาญอาหารอีกด้วย และถ้าประสิทธิภาพของร่างกายสูงก็ใช้ เวลาการทดสอบนาน ค่าของ PEI ก็สูง การเกิดความทนทานของการทำงานในกล้ามเนื้อจะมีมากก็เพราะกล้ามเนื้อใช้ Free

Fatty Acid เป็นพลังงานมากกว่าคนที่ไม่ได้รับการฝึกร่างกาย และจะสามารถลดการใช้ กลัยโคเจน (Glycogen) ที่อยู่ในกล้ามเนื้ออีกด้วย อัตราการสะสมแลคเตท (Lactate) ก็จะน้อยลง จึงอาจทำให้เกิดอาการล้าในกล้ามเนื้อขาตามไปควย ในขณะที่เกี่ยวกับการลำเลียง ออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อโดยฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการเพิ่ม ประสิทธิภาพของการทำงานควย (Pernow and Saltin. 1971 : 153 - 158) โดยอาศัยโลหิตเป็นตัวพาไปโดยที่ออกซิเจนจะรวมตัวกับโลหิตประมาณ 3 - 5 เปอร์เซ็นต์ หรือ ประมาณ 30 - 50 มิลลิลิตรต่อโลหิต 1 ลิตร ส่วนที่เหลืออีก 95 - 97 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน จะรวมตัวกับฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นโปรตีนผสมสารเหล็กในเม็ดโลหิตแดง ประมาณ 50 - 70 มิลลิลิตร ต่อโลหิต 1 ลิตร ดังสมการ



ระบบไหลเวียนของโลหิตที่มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นสำหรับการขนส่งสารเคมีเพื่อสร้างพลังงานและ ขจัดของเสีย การไหลของโลหิตก็มีความสำคัญสำหรับการกำจัดแลคเตท แอมโมเนีย และสารเป็นพิษ อื่น ๆ ออกจากเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ โลหิตส่วนที่ไหลไปตามเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อที่ไม่ใช่ส่วนออกกำลังกาย หัวใจ ไต และอวัยวะอื่นจึงตกลง ความสัมพันธ์นี้ได้มีความใกล้ชิดกับความสามารถในการจับออกซิเจน ไคสูงสุด เพราะผู้ที่มีความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุดสูง ก็จะต้องมีประสิทธิภาพของ การทำงานของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิตที่เช่นกัน ผู้ที่ครองประสิทธิภาพ ของร่างกายสูงก็จะมีความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุดสูงควย ซึ่งผลการวิจัยไคสอดคล้องกับ การศึกษาของเคอร์วีส์ และ คลาฟส์ (Devries and Klafs. 1964 : 1 - 12) ซึ่ง ศึกษาพบว่า ผู้ที่ไคคะแนนฮาร์วาร์ดเคปเทสที่สูง ตั้งแต่ 90 ขึ้นไป ก็จะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจน สูงสุดสูงควย ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประสิทธิภาพของร่างกายกับระดับความสามารถในการจับ ออกซิเจนไคสูงสุด จะลดลงเล็กน้อย เมื่อนำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ( $r = .30, p < .05$  ตาราง 3) ซึ่งอาจเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาเป็น นักเรียนที่ไม่ได้มีการฝึกร่างกายอยู่เป็นประจำอย่างเช่นนักกีฬา ร่างกายอาจจะมีไขมันมากกว่าผู้ที่ฝึก หรือออกกำลังกายเป็นประจำ ฉะนั้นการทดสอบจึงทำให้ถูกทดสอบต้องเสียเปรียบดาเขานำหนักตัว เขามาเป็นส่วนเปรียบเทียบกับความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุด ผู้ที่ฝึกร่างกายอยู่เป็นประจำ

ปริมาณไขมันและน้ำหนักตัวจะลดน้อยลงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกร่างกายเลย และความทนทานในการทำงาน ความสามารถในการจับออกซิเจนของร่างกายจะมีความสามารถสูงกว่า เนื่องจากผู้ที่มีการฝึกร่างกายจะมีการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ การเกิดการล้าของกล้ามเนื้อจะช้า (Fatigue) เนื่องจากกรดแลคติกจะสะสมถึงระดับสูงสุด 25 mMole ต่อลิตร 1 ลิตร ในอัตราเวลาที่นาน และเมื่อกรดแลคติกเกิดขึ้นแล้ว ผู้ที่ฝึกร่างกายก็จะขจัดได้เร็วกว่าผู้ที่ไม่มีการฝึกร่างกาย จึงทำให้ความสัมพันธ์ลดลง เมื่อนำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งผลการวิจัยโคสคอลลองกับการศึกษาของวิลมอร์ (Wilmore. 1967 : 203 - 210) ที่ศึกษาถึงสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดกับความสามารถในการทำงาน โดยใช้ชีวิตที่เคร่งเครียดที่หายใจกับเวลาที่ใช้ซึ่งกิจกรรมทำงาน สหสัมพันธ์จะลดลงจาก 0.84 เป็น 0.37 เมื่อนำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง การศึกษานี้เป็นเพียงศึกษาจากนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เท่านั้น ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมจากกลุ่มตัวอย่างระดับอื่น และควรศึกษาจากนักกีฬาบาง เพื่อนำผลการเปรียบเทียบหาข้อเท็จจริงต่อไป ควรที่จะนำเอาค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายที่ไคมาคักแปลงสำหรับคัดเลือกนักกีฬาที่ของอาศัยความอดทนเป็นสิ่งสำคัญ และหาคามาตรฐานของครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย เพื่อเป็นเกณฑ์ในการวัดหรือคัดเลือกเด็กที่จะเข้าเรียนพลศึกษาต่อไป

2. ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาดังหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮารวาร์คสเคปเทสท์ กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุค

ช่วงเวลาดังหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮารวาร์คสเคปเทสท์ สัมพันธ์แบบเส้นตรง เชิงนิมานกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $r = .45, p < .01$  ดูตาราง 4) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ 2 แสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนมีช่วงเวลาดังหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮารวาร์คสเคปเทสท์นาน ก็จะมีระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุคสูงควย เมื่อมีช่วงเวลาดังหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮารวาร์คสเคปเทสท์สั้น ก็จะมีระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุคต่ำควย เนื่องจากการทดสอบถายังโช เวลานั้น ประสิทธิภาพของร่างกายในการใช้ออกซิเจนก็จะมีมากขึ้นตามเวลาที่ทดสอบ อันเป็นผลเกี่ยวข้องกับครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายตามการวิจัยในสมมติฐานที่ 1 ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายจะสูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่ทำการทดสอบกับอัตราการ เตนของชีพจรในขณะทดสอบสิ่งที่จะช่วยให้

ระยะเวลาของการทดสอบยาวหรือสั้นนั้น องค์ประกอบที่สำคัญ คือ ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อที่ร่างกายใช้ขณะทดสอบ งานประเภทความทนทานกล้ามเนื้อแดง (Red Muscle) จะถูกใช้ อย่างหนัก ส่วนกล้ามเนื้อขาว (White Muscle) จะถูกใช้เพียงระยะสั้นตอนเริ่มราว 20 - 25 วินาทีเท่านั้น การแตกตัวของสารอาหารที่จะให้เป็นพลังงานจะโคจจากอาหารประเภทไขมันและ น้ำตาล ขบวนการขนส่งออกซิเจนในกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความทนทาน ถ้ากล้ามเนื้อ ใ้ได้รับออกซิเจนเพียงพอ อัตราการเพิ่มของกรดแลคติก (Lactic acid) ในเลือดและกล้ามเนื้อ ก็จะน้อย ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานต่อไปได้ หากออกซิเจนไม่เพียงพอ ร่างกายจะทำงาน ต่อไปไม่โคจะเกิดการล้าของกล้ามเนื้อ (Fatigue) เพราะมีกรดแลคติกมากกว่า 25 mMole ต่อโลหิต 1 ลิตร และระดับของไกลโคเจน (Glycogen) ในตับและกล้ามเนื้อก็มีความสัมพันธ์ โดยตรงกับความสามารถในการออกกำลังกายแบบทนทาน ถ้าโลหิตมีระดับของกลูโคสสูงกว่า 70 - 100 มิลลิกรัมต่อโลหิต 100 ซี.ซี. ตับจะเปลี่ยนกลูโคสเป็นไกลโคเจน หากระดับกลูโคสต่ำ เช่น ขณะออกกำลังกล้ามเนื้อต้องการพลังงาน ร่างกายจะดึงไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อให้สลายตัว เป็นกลูโคส เพื่อสร้างพลังงาน ฉะนั้นการทำงานที่ยืนนาน ระบบไหลเวียนของโลหิตก็ยิ่งมีความสำคัญ มากขึ้น และพลังงานที่โคส่วนใหญ่จะมาจาก Aerobic Processes การใช้ออกซิเจนในขณะ ทดสอบ จึง เป็นองค์ประกอบที่ทำให้ผู้ถูกทดสอบสามารถทดสอบโคนาน และในทำนองเดียวกัน ความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงสุด จะมีประสิทธิภาพที่ตามประสิทธิภาพของร่างกายผู้ถูกทดสอบ เมื่อผู้ถูกทดสอบมีความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงก็สามรถทดสอบโคติฟายด์ฮาร์วาร์คสเคป เทสต์โคนานตามไปควย การศึกษานี้โคสอดคล้องกับการศึกษาของ แกร์นี และ เบรินส์ (Kearney and Byrnes. 1974 : 9 - 15) ที่โคศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาทึงกับสมรรถภาพ การจับออกซิเจนสูงที่สุด โดยการชั่งกรยานตามวิธีของออกสตรานด์ และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ เกรกอรี (Gregory. 1970 : 5 - 12) ที่โคศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกรวิ่ง 12 นาที กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงที่สุด ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการ ทดสอบวิธีกรโมติฟายด์ฮาร์วาร์คสเคป เทสต์กับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงที่สุด จะลดลงเล็กน้อย เมื่อนำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้องจะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $r = .32, p < .05$  ดูตาราง 4) เนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมายังขาดการฝึกร่างกาย จึงทำให้ความทนทานในการทดสอบและความสามารถในการจับออกซิเจนโคสูงที่สุดไม่สูงเท่าที่ควร

เมื่อมีการนำน้ำหนักเข้ามาเปรียบเทียบ ซึ่งผลได้ขัดแย้งกับการศึกษาของ ฟอลล์ อีสเมล และ แมคเลียค (Falls, Ismail and Macleod. 1966 : 192 - 201) ที่ไคศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่โค้งและเกิน 600 หลา กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และ ผลยังขัดแย้งกับการศึกษาของ เกทเชลล์และคนอื่น ๆ (Getchell and others. 1977 : 61 - 67) ไคศึกษาการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจากการวิ่ง 1.5 ไมล์ การศึกษานี้จึงยังหาข้อยุติไม่ได้ อาจเนื่องจากการทดสอบทำกันเพียงในนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเท่านั้น ควรที่จะขยายการวิจัยในนักเรียนระดับอื่น และมีสมรรถภาพต่างกัน เช่น ทดสอบกับนักกีฬา เป็นต้น สามารถใช้เวลาที่ทำการทดสอบเป็นเครื่องวัดความอดทนของผู้ถูกทดสอบได้ และยังสามารถบอกได้ว่าผู้นั้น จะมีความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุดสูงควย

#### ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยไคพบว่า ค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุด แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่มีค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายสูงก็จะมีความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุดสูงควย และช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบ รุติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเคปเทสท์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุด แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบ รุติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเคปเทสท์ นาน ก็จะมีค่าความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุดสูงควย ผู้วิจัยจึงใคร่เสนอแนะดังนี้

1. ควรที่จะไคทำการศึกษาในเรื่องนี้ซ้ำอีก โดยกระทำกับกลุ่มตัวอย่างที่ต่างกันหลาย ๆ กลุ่ม หลาย ๆ ระดับ และต่างเพศกัน เพื่อนำผลมาสรุปเพื่อเป็นเกณฑ์มาตรฐานต่อไป
2. ควรที่จะไคทำการศึกษา ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายกับระดับความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุด โดยวิธีรุติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเคปเทสท์จากเครื่องวิเคราะห์อากาศ เพื่อนำค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายมาทำนายความสามารถในการจับออกซิเจนไคสูงสุด
3. ควรจะไคทำการศึกษาเกณฑ์มาตรฐานของครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในแต่ละระดับอายุ เพื่อเป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับคนไทย และทำเป็นเครื่องแสดงบอกถึงความทนทาน
4. ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพลศึกษา ควรที่จะนำเอาค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย หรือช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบรุติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเคปเทสท์ มาเป็นเครื่องวัดความสามารถในการคัดเลือกนักกีฬา ประเภทความอดทนแทนแบบทดสอบอื่นที่ไม่เหมาะกับคนไทย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรรยา แก่นวงษ์คำ และ อุกุม พิมพา การทดสอบสมรรถภาพทางกาย พิมพ์ครั้งที่ 3 ชเนศวร  
การพิมพ์ 2516, 107 หน้า
- จรรยาพร ชรินทร์ กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
พลศึกษา 2519, 569 หน้า
- \_\_\_\_\_ . ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อสรีรภาพและสมรรถภาพของคนไทยวัยผู้ใหญ่  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2520, 101 หน้า
- ประคอง กรรมสูต สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู พิมพ์ครั้งที่ 4 ไทยวัฒนาพานิช 2515,  
159 หน้า
- วิทย์ แก้วเกษม และ ปทุม ม่วงมี กายวิภาคและสรีรวิทยาทั่วไป สารศึกษาการพิมพ์ 2518,  
234 หน้า
- Astrand, Per-Olof and Rhyning I.A. "Nomogram for Calculation of  
Aerobic Capacity from Pulse Rate During Submaximal Work,"  
Journal of Applied Physiology. 7 : 218 - 221, April, 1954.
- Bloomquist, G. "Why evaluate performance?" The Journal of the  
South Aerobic Medicine Association. Supplementary, 1 : 1 - 4,  
June, 1969.
- Bykov, K.M. and others. Textbook of Physiology. Moscow, Foreign  
Language Publishing House, 1958. 320 p.
- Clarke, H.H. Application of Measurement of Health and Physical  
Education. New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1967. 387 p.
- Cotton, Doyice J. "A Modified Step Test for Group Cardiovascular  
Testing," Research Quarterly. 42 : 91 - 95, March, 1968.
- Cureton, Thomas K. Jr. "Physical Fitness of Champion Athletes,"  
Research Quarterly. 40 : 204, June, 1951.
- Custer, Sally J., and Chaloupka, Edward C. "Relationship Between  
Predicted Maximal Oxygen Consumption and Running Performance of  
College Females," Research Quarterly. 48 : 47 - 50, March,  
1977.

- Devries, Herbert A. and Carl E. Lkafs. "Prediction and Maximal Oxygen Intake from Submaximal Test," Research Paper Presented at the American College of Sports Medicine. Hollywood, California, W.B. Saunders, 1964. 137 p.
- \_\_\_\_\_. "Prediction of Maximal Oxygen Intake from Submaximal Test," Journal of Sports Medicine. 5 : 207 - 214, August, 1965.
- Falls, Harold B., Ismail A.H. and Macleod D.F. "Estimation of Maximum Oxygen Uptake in Adults from AAHPER Youth Fitness Test Items," Research Quarterly. 37 : 193 - 201, May, 1966.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill Book, 1966. 446 p.
- Garreit, Henry E. Statistics in Psychology and Education. Vakils, Feffer and Simons Privated Ltd., 1966. 491 p.
- Getchell, Leoy H., Donald Kirkendall and Robbins Gwen. "Prediction of Maximal Oxygen Uptake in Young Adult Women Joggers," Research Quarterly. 48 : 61 - 67, March, 1977.
- Gregory, John Douglas. The Relationship of the Twelve-Minute Run to Maximal Oxygen Intake. Master's Thesis, Mankato State College, 1970. 78 p.
- Gulford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. New York, McGraw-Hill Book, 1950. 633 p.
- Guyton, Arthur C. Textbook of Medical Physiology. 5th ed., Mexico, W.B. Saunders, 1971. 1032 p.
- Karpovich, P.V. Physiology of Muscular Activity. 6th ed., Philadelphia, W.B. Saunders., 1965. 368 p.
- Kearney, Jay T. and William C. Byrnes. "Relationship Between Running Performance and Predicted Maximum Oxygen Uptake Among Divergent Ability Groups," Research Quarterly. 45 : 9 - 15, March, 1974.
- Katch, Frank Iruin. "Optimal Duration of Heavy Work Endurance Test in Relation to Oxygen Intake Capacity," Dissertation Abstracts International. 31 : 5181-A, July, 1970.
- Lewis, Albert Lester. "A Progressive Step Test to Predict Maximum Oxygen Intake," Dissertation Abstracts International. 31 : 5825-A, April, 1970.
- Maron, Michael B. and others. "Oxygen Uptake Measurements During Competitive Marathon Running," Journal of Applied Physiology. 40 : 836 - 838, Mar, 1976.

- Mathews, Donald K. Measurement in Physical Education. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1978. 495 p.
- Metz, Kenneth F. and John F. Alexander. "An Investigation of the Relationship Between Maximum Aerobic Work Capacity and Physical Fitness in Twelve to Fifteen Year Old Boys," Research Quarterly. 41 : 75 - 81, March, 1967.
- \_\_\_\_\_. "Estimation of Maximal Oxygen Intake from Submaximal Work Parameters," Research Quarterly. 42 : 187 - 193, November, 1967.
- Morehouse, L.E. Laboratory Manual for Physiology of Exercise. Saint Louis, The C.V. Mosby, 1972. 206 p.
- Morehouse, L.E. and Miller, Physiology of Exercise. Saint Louis, The C.V. Mosby, 1967. 152 p.
- Olree, Harry and others. "Evaluation of the AAHPER Youth Fitness Test," Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 5 : 67 - 71, August, 1965.
- Pernow, Bengt and Bengt Saltin. Muscle Metabolism During Exercise. New York, Plenum Press, 1971. 558 p.
- Rivisl, Paul M. and William A. Kachadorian. "Maximal Oxygen Intake Prediction in Young and Middle-aged Males. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 9 : 17 - 22, March, 1969.
- The Committee on Exercise. "Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals," in A Handbook for Physicians. p. 1 - 31, New York, American Heart Association, 1972.
- Wilmore, Jack H. "Maximum Oxygen Intake and Its Relationship to Endurance Capacity on a Bicycle Ergometer," Research Quarterly. 40 : 203 - 210, June, 1967.
- \_\_\_\_\_. Athletic Training and Physical Fitness. Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1977. 266 p.
- Winton, F.R. and L.E. Bayliss. Human Physiology. 5th. ed., Boston, Little Brown and Company, 1962. 649 p.

ពាក្យស្នើសុំ

ภาคผนวก ก .

อายุ น้ำหนัก ค่าครวชนีประสิทธิภาพของร่างกาย ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคนที่ทำการทดสอบ  
รูติกิริโมติฟายด์ฮาร์วาร์คสเคปเทสต์ และความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด

ตาราง 5 อายุ น้ำหนัก คากรรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคน  
 ที่ทำการทดสอบรูทีกรโมติฟายด์ฮาร์วาร์คสเท็ปเทสต์ และความสามารถในการจับออกซิเจน  
 ไคสูงสุด

ลำดับที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	คากรรชนีประสิทธิภาพ ของร่างกาย (PEI)	ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคน ที่ทำการทดสอบรูทีกรโมติฟายด์ ฮาร์วาร์คสเท็ปเทสต์ (นาที)	ความสามารถในการจับออกซิเจน ไคสูงสุด (Max Vo <sub>2</sub> )	
					ลิตร/นาที	มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที
1	16	53.0	342.9	12	2.4	45.0
2	18	48.0	300.0	9	2.1	43.8
3	17	56.0	418.6	12	2.1	38.0
4	17	54.0	378.9	12	2.3	43.0
5	18	53.0	109.8	3	2.0	38.0
6	17	49.5	173.1	6	1.9	38.4
7	16	55.5	315.8	12	2.2	39.6
8	16	30.5	178.2	6	2.1	41.6
9	17	54.0	169.8	6	2.2	41.0
10	18	59.0	87.4	3	2.0	34.0
11	18	53.0	92.8	3	2.0	38.0
12	16	53.0	166.7	6	2.0	38.0
13	17	49.0	88.2	3	1.9	38.8
14	17	50.0	178.2	6	2.2	44.0
15	18	50.0	262.1	9	2.1	42.0
16	17	55.0	127.7	6	1.9	35.0
17	17	53.0	114.7	6	1.9	36.0

ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ดัชนีมวลกาย ของร่างกาย (PEI)	ช่วงเวลาทั้งหมดของแต่ละคน ที่ทำการทดสอบกิจกรรมในสนาม ฮาร์วาร์ดเคปเทสต์ (นาที)	ความสามารถในการจับออกซิเจน โคสูงสุด (Max $VO_2$ )	
					ลิตร/นาที	มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที
18	17	50.0	137.4	6	2.1	42.0
19	17	48.0	180.0	6	1.9	39.6
20	16	50.0	169.8	6	2.0	40.0
21	17	50.0	176.5	6	1.9	38.0
22	16	52.0	108.3	6	2.0	38.0
23	17	54.0	174.8	6	2.4	44.0
24	18	54.0	295.2	12	2.4	44.0
25	16	53.0	125.5	6	2.0	38.0
26	17	53.0	153.3	6	2.1	40.0
27	16	51.0	311.2	12	2.0	39.0
28	17	49.0	180.0	6	2.1	42.9
29	18	52.0	261.2	9	2.0	38.0
30	18	54.5	293.4	9	2.0	36.7
31	17	50.0	191.4	6	2.1	42.0
32	17	54.0	102.2	3	2.1	39.0
33	16	47.0	296.7	9	2.0	42.6
34	16	50.0	182.2	6	2.0	40.0

ตาราง 5 (ต่อ)

ลำดับที่	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ครุชนีประสิทธิภาพ ของร่างกาย (PEI)	วงเวลายังหมดของ แต่ละคน ที่ทำการทดสอบวิธีการโมกิชายด์ ฮาร์วาร์ดเคปเทสต์ (นาที)	ความสามารถในการจับออกซิเจน	
					สูงสุด	(Max Vo <sub>2</sub> ) ลิตร/นาที มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที
35	16	50.0	180.0	6	2.4	48.0
36	16	51.0	173.0	6	2.0	39.0
37	18	46.0	171.4	6	2.0	43.5
38	18	51.0	342.8	12	2.1	41.0
39	16	50.0	278.3	9	2.0	40.0
40	16	50.5	185.5	6	2.2	43.6
41	17	54.0	183.6	6	2.0	37.0
42	17	52.0	100.0	9	2.3	44.0
43	16	55.5	290.3	9	2.0	36.0
44	16	52.0	267.3	9	2.4	46.0
45	16	49.0	195.6	6	2.2	44.9
46	17	50.5	185.5	6	2.0	39.6
47	17	52.0	371.1	12	2.6	50.0
48	17	54.0	360.0	12	2.2	41.0
49	18	52.0	275.5	9	1.9	37.0
50	18	53.0	189.4	6	2.0	38.0

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบจริยกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเจ็ป เทสท์

## แบบทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์

(Thitikorn Modified Harvard Step Test)

ในการสร้างแบบทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์ ผู้วิจัยได้กระทำเป็นขั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบ Step Test เช่น Harvard Step Test, The Harvard "Pack Test", Modifications of the Harvard Step Test.
2. ร่างเทคนิคการทดสอบฐิติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์ โดยได้ปรึกษา และรับคำแนะนำจาก คร.สมหมาย แดงสกุล
3. รายละเอียดเทคนิคของแบบทดสอบ ประกอบด้วย  
ความหมายของฐิติกรโมคิฟายคฮาร์วาร์คสเค็ปเทสท์
  1. เพื่อเป็นการวัดสมรรถภาพทางกาย โดยเปรียบเทียบค่า PEI (Physical Efficiency Index) ของ Harvard Step Test กับ PEI ของ Thitikorn Modified Harvard Step Test.
  2. เพื่อหาความหนักของงานโดยเพิ่มน้ำหนักบรรทุกตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายใหม่มีความใกล้เคียงกับความสมรรถสูงสุดของผู้ถูกทดสอบในการก้าวเดิน (Step Test)  
อุปกรณ์ในการทดสอบ
    1. มายาวสูง 18 นิ้ว
    2. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)
    3. เครื่องให้จังหวะ (Metronome)
    4. เป้สะพายหลังสำหรับบรรจุถุงทราย
    5. ถุงทราย น้ำหนักต่าง ๆ 0.1, 0.5, 1.0 และ 2.0 กิโลกรัม

### วิธีการทดสอบขณะหา จีดีกรโมดิฟายด์ฮาร์วาร์กสเตปเทสต์

1. ชั่งน้ำหนักตัวของผูถูกทดสอบ บันทึกไว้แล้วแปลงน้ำหนักตามเปอร์เซ็นต์  
ที่จะต้องเพิ่ม

2. ให้ผูถูกทดสอบใส่เสื้อผ้าบรรจุน้ำหนักที่จะต้องเพิ่มในแต่ละช่วงเวลา  
โดยน้ำหนักของเป้ ไม่คิดรวมกับเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายที่จะต้องเพิ่ม

เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักขณะทดสอบ

Warm up 3 นาที โดย Step Test ความเร็ว 30 รอบ/นาที  
ช่วงที่ 1 นาทีที่ 1, 2 ใช้น้ำหนัก 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 2 นาทีที่ 3, 4 ใช้น้ำหนัก 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 3 นาทีที่ 5, 6 ใช้น้ำหนัก 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย  
หยุดพัก 1 นาที หลังจากทดสอบเสร็จหรือทำต่อไม่ไหว

สมมติผูถูกทดสอบมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม

ช่วงที่ 1 ผูถูกทดสอบจะต้องบรรจุถุงทรายหนัก 1.0 กิโลกรัมในเป้

ช่วงที่ 2 ผูถูกทดสอบจะต้องบรรจุถุงทรายหนัก 1.5 กิโลกรัมในเป้

ช่วงที่ 3 ผูถูกทดสอบจะต้องบรรจุถุงทรายหนัก 2.0 กิโลกรัมในเป้

รวมน้ำหนักบรรจุทุกทั้งหมด 4.5 กิโลกรัม

3. จังหวะของการก้าวเท้า มี 4 จังหวะ คือ 1 - 2 - 3 - 4

3.1 ยืนเตรียมตัวพร้อมบนพื้น แลวก้าวเท้าซ้ายขึ้นบนมายาว เมื่อ

ได้รับสัญญาณที่ 1

3.2 ก้าวเท้าขวาตามขึ้นไป เมื่อได้รับสัญญาณที่ 2

3.3 ก้าวเท้าซ้ายลงสู่พื้น เมื่อได้รับสัญญาณที่ 3

3.4 ก้าวเท้าขวาลงสู่พื้น เมื่อได้รับสัญญาณที่ 4

รวม 4 จังหวะเป็น 1 รอบ การก้าวเท้าใช้อัตราความเร็ว 30 รอบ/นาที่ ความคุมจังหวะการก้าวเท้าโดยเครื่องให้จังหวะ (Metronome)

4. เวลาที่ใช้ทดสอบ ใช้เวลาทั้งสิ้น 6 นาที โดยแยกทำ 2 นาที แล้วพัก 30 วินาที จนครบ 6 นาที ช่วงที่ 3 พัก 1 นาที

5. เมื่อผู้ถูกทดสอบเริ่มทดสอบให้สื่อน้ำหนักเตรียมไว้ พอทดสอบถึงนาทีที่หยุดพักก็รีบเปลี่ยนน้ำหนัก ให้ผู้ถูกทดสอบนั่งพักไม่ตองตอกเปือก

6. พอทดสอบครบตามเวลา หรือทำต่อไม่ไหวให้ผู้ถูกทดสอบนั่งพัก 1 นาที แล้วจับชีพจรที่ก้นปกติ คือ

6.1 จับชีพจรในนาทีที่ 1 -  $1\frac{1}{2}$  (.....) ครั้ง

6.2 จับชีพจรในนาทีที่ 2 -  $2\frac{1}{2}$  (.....) ครั้ง

6.3 จับชีพจรในนาทีที่ 3 -  $3\frac{1}{2}$  (.....) ครั้ง

รวมชีพจรที่ก้นปกติ (.....) ครั้ง

7. นำชีพจรที่ก้นปกติ หาค่า PEI ตามสูตร

$$PEI = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{ผลรวมของชีพจรที่ก้นปกติจากการนั่งทั้งสามครั้ง})}$$

4. นำแบบทดสอบนี้ไปทดสอบกับนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 8 คน ผลปรากฏว่า ค่า PEI ได้ 101, 101, 96, 95, 94, 93, 90, 86 ชีพจรหลังหยุดพัก 1 นาที ได้ประมาณ 130 - 154 ครั้ง/นาที

5. นำแบบทดสอบมาแก้ไขใหม่ โดยเพิ่มการทดสอบอีก 1 ช่วง เพิ่มน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย วิธีการขั้นตอนเหมือนกัน เวลาที่ทดสอบเป็น 8 นาที

6. นำแบบทดสอบนี้ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดิม 4 คน ผลปรากฏว่า ค่า PEI ได้ 138, 129, 120, 114 ชีพจรหลังหยุดพัก 1 นาที ได้ประมาณ 132 - 150 ครั้ง/นาที

7. นำแบบทดสอบมาแก้ไขใหม่อีก โดยเปลี่ยนแปลงแก้ไขมากขึ้น ตลอดจนวิธีการตั้งรายละเอียดดังนี้

7.1 แบ่งช่องของการทดสอบออกเป็น 4 ช่วง และเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักร่างกายใหม่

Warm up 3 นาที ใช้น้ำหนัก 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

การ Warm up ใช้วิธีการ Step Test ความเร็ว 30 รอบ/นาที

หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 1 นาทีที่ 1 - 3 ใช้น้ำหนัก 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 2 นาทีที่ 4 - 6 ใช้น้ำหนัก 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 3 นาทีที่ 7 - 9 ใช้น้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

หยุดพัก 30 วินาที

ช่วงที่ 4 นาทีที่ 10 ขึ้นไปใช้น้ำหนัก 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

7.2 อัตราความเร็วของการก้าวเท้า 30 รอบ/นาที ควบคุมจังหวะโดยเครื่องให้จังหวะ (Metronome)

7.3 ใหญ่ถูกทดสอบใส่เบ้ บรรจุถุงทราย 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย แล้วใหญ่ถูกทดสอบยืนเตรียมพร้อมที่จะทดสอบ เมื่อได้รับสัญญาณให้เริ่มทดสอบ โดยการอบอุ่นร่างกาย 3 นาที ใช้การ Step Test เมื่อครบแล้วให้พัก 30 วินาที

7.4 เพิ่มน้ำหนักร่างกายอีก 3 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบในช่วงที่ 1 เป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบให้พัก 30 วินาที จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 1 ตามสูตร

$$\text{ครรชนีประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI}_1\text{)} = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

7.5 ทดสอบในช่วงที่ 2 หลังพัก 30 วินาที เพิ่มน้ำหนัก 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ทดสอบเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบให้พัก 30 วินาที จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 2

$$PEI_2 = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

7.6 ทดสอบในช่วงที่ 3 หลังพัก 30 วินาที เพิ่มน้ำหนัก 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ทดสอบเป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบให้พัก 30 วินาที จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 3

$$PEI_3 = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

7.7 ทดสอบในช่วงที่ 4 หลังพัก 30 วินาที เพิ่มน้ำหนัก 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย ให้ทดสอบเมื่อหยุดทดสอบให้จับเวลาที่ทำได้ แล้วพัก จับชีพจรขณะพัก 30 วินาที แล้วหาค่าครรชนีประสิทธิภาพของร่างกายในช่วงที่ 4

$$PEI_4 = \frac{\text{จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย} \times 100}{2(\text{อัตราชีพจร 30 วินาที})}$$

7.8 จำนวนวินาทีในการออกกำลังกาย ให้คิดรวมกับเวลาที่ทดสอบมาแล้วในช่วงก่อนด้วย เวลาในการอบอุ่นร่างกายไม่นำมาคิด

8. นำแบบทดสอบนี้ไปทดสอบกับนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 9 คน

9. นำรายละเอียดและเทคนิคการทดสอบเสนอ ดร. สมหมาย แดงสกุล เพื่อตรวจแก้ไขและเสนอแนะ

10. นำแบบทดสอบเดิมที่เห็นชอบแล้วทดสอบซ้ำ กับกลุ่มตัวอย่างเดิม เพื่อหาความเชื่อมั่น

11. นำผลการทดสอบทั้งสองครั้งหาความเชื่อมั่น (Reliability) ได้เท่ากับ 0.94
12. นำแบบทดสอบนี้ไปหาความเที่ยงตรงกับแบบทดสอบ Harvard Step Test กับนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 9 คน มีความเที่ยงตรง (Validity) เท่ากับ 0.81

ตาราง 6 การเพิ่มน้ำหนักตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย

น้ำหนัก ร่างกาย (กก.)	1 % เพิ่มน้ำหนัก (กก.)	3 % เพิ่มน้ำหนัก (กก.)	4 % เพิ่มน้ำหนัก (กก.)	5 % เพิ่มน้ำหนัก (กก.)	6 % เพิ่มน้ำหนัก (กก.)
40	0.40	1.20	1.60	2.00	2.40
41	0.41	1.23	1.64	2.05	2.46
42	0.42	1.26	1.68	2.10	2.52
43	0.43	1.29	1.72	2.15	2.58
44	0.44	1.32	1.76	2.20	2.64
45	0.45	1.35	1.80	2.25	2.70
46	0.46	1.38	1.84	2.30	2.76
47	0.47	1.41	1.88	2.35	2.82
48	0.48	1.44	1.92	2.40	2.88
49	0.49	1.47	1.96	2.45	2.94
50	0.50	1.50	2.00	2.50	3.00
51	0.51	1.53	2.04	2.55	3.06
52	0.52	1.56	2.08	2.60	3.12
53	0.53	1.59	2.12	2.65	3.18
54	0.54	1.62	2.16	2.70	3.24
55	0.55	1.65	2.20	2.75	3.30
56	0.56	1.68	2.24	2.80	3.36
57	0.57	1.71	2.28	2.85	3.42
58	0.58	1.74	2.32	2.90	3.48
59	0.59	1.77	2.36	2.95	3.54
60	0.60	1.80	2.40	3.00	3.60
61	0.61	1.93	2.44	3.05	3.66
62	0.62	1.96	2.48	3.10	3.72
63	0.63	1.99	2.52	3.15	3.78
64	0.64	2.02	2.56	3.20	3.94
65	0.65	2.05	2.60	3.25	4.00

ตาราง 7 การทดสอบ Pre-test และ Post-test ของแบบทดสอบรูติกิรโมคิฟายคฮารวาร์ค  
สเค็ปเทสต์ เพื่อหาความเชื่อมั่น (Reliability)

ลำดับที่ (N)	ค่าครรชนี่ประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI)		ความเชื่อมั่นระหว่าง Pre-test กับ Post-test
	Pre-test	Post-test	
1	306	312	0.94**
2	254	245	
3	240	260	
4	350	370	
5	370	380	
6	285	265	
7	268	290	
8	320	305	
9	346	335	

\*\* p < .01 (r = .783)

ตาราง 8 ค่าการทดสอบฮาร์วาร์กสเต็มป์เทสต์ กับวิธีการโมดิฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มป์เทสต์ เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity)

ลำดับที่ (N)	ค่าคะแนนประสิทธิภาพของร่างกาย (PEI)		ความเที่ยงตรงระหว่าง ฮาร์วาร์กสเต็มป์เทสต์กับวิธีการ โมดิฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มป์เทสต์
	ฮาร์วาร์กสเต็มป์เทสต์	วิธีการโมดิฟายด์ฮาร์วาร์กสเต็มป์ เทสต์	
1	108.6	352	0.81**
2	90.9	264	
3	98.0	306	
4	87.0	311	
5	69.4	230	
6	69.1	251	
7	91.4	254	
8	88.2	270	
9	77.3	262	

\*\*  $p < .01$  ( $r = .783$ )

ใบบันทึกค่าการชนีประสิทธิภาพของร่างกาย

ชื่อ นาย ..... ชั้น ..... ร.ร. .... ..

อายุ ... ปี .... เดือน น้ำหนัก ..... กก. ชีพจรปกติ ..... ครั้ง/นาที

นาทีที่	น้ำหนักเพิ่ม % Body Wt.	น้ำหนักแปลง (กก.)	ช่วงที่	ชีพจร 30 วินาที	PEI
อบอุ่นร่างกาย 3 นาที	1				
1	3				
2	3				
3	3				
พัก 30 วินาที			1		
4	4				
5	4				
6	4				
พัก 30 วินาที			2		
7	5				
8	5				
9	5				
พัก 30 วินาที			3		
10	6				
11	6				
12	6				
13	6				
14	6				
15	6				
(....)					
พัก 30 วินาที			4		

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุดของออสตรานค์และไรท์มิง

## แบบทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนใต้อากาศของออสตราคและไรท์มิ่ง

### อุปกรณ์

1. จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ก (Monark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล่อเกี่ยวตั้งอยู่กับที่ มีสายพานพันรอบล้อ ซึ่งสามารถขันให้ตึงหรือคลายให้หย่อนได้ระหว่างลีดด้าสายพานตึง มีตัวเลขบอกน้ำหนักถ่วงจากสายพานเป็นกิโลปอนด์ (Kilopond)
2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) เพื่อให้การปั่นจักรยานสม่ำเสมอทุก ๆ นาที ความเร็วที่ตั้งไว้ 100 ครั้งต่อนาที
3. เครื่องตรวจฟัง (Stethoscope) สำหรับนับอัตราของชีพจร
4. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) อ่านละเอียด 1/10 นาที
5. เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน (หน่วยเป็นกิโลกรัม)

### วิธีการทดสอบ

1. ตรวจสอบเครื่องให้จังหวะ (100 ครั้งต่อนาที)
2. ให้ผู้ถูกทดสอบขึ้นนั่งบนอาน ปรับอานและที่จับให้เหมาะกับผู้ถูกทดสอบ (ชายก็คสุดแล้ว เขางอเล็กน้อย) คลายสายพานให้ตัวเลขอยู่ที่ 0
3. เริ่มทดสอบ ให้ผู้ถูกทดสอบเริ่มปั่นจักรยาน แล้วจึงกึ่งน้ำหนักถ่วงโดยการขันสายพานให้ตัวเลขตรงกับ 2 กิโลปอนด์ (600 kilpondmeter/minute) และเริ่มจับเวลาตรวจเช็คน้ำหนักถ่วงอย่างสม่ำเสมอทุกครั้งที่ละครั้ง
4. จับเวลาการเต้นของชีพจรจำนวน 30 ครั้ง เมื่อผู้ถูกทดสอบทำการทดสอบครบนาที (ทุกนาทีจนครบ 6 นาที) โดยให้หยุดพักที่ทรงอกระดกหัวใจ
5. บันทึกเวลาการเต้นของชีพจรทุกนาที (6 นาที) นำเวลาการเต้นของชีพจร 30 ครั้ง เปิดตาราง 9 เทียบหาจำนวนการเต้นของชีพจรเป็น 1 นาที  
เช่น เวลาการเต้นของชีพจร = 11.5 วินาที  
เมื่อเปิดตารางเทียบการเต้นของชีพจร = 157 ครั้ง/นาที

6. นำอัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ จากการถีบจักรยานวิ่งงานไปเปิดตาราง 10 หากาคาคะเนของปริมาตรการจับออกซิเจน ตามวิธีของออสตรานด์

เช่น อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ = 157 ครั้ง/นาที

ระดับความหนักของงาน = 600 Kilopondameter/minute

ปริมาตรการจับออกซิเจน = 2.1 ลิตร/นาที

7. นำความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด ที่โคมาแก่คาพยากรณ์ โดยเทียบจาก

อายุ

เช่น บุคคลทดสอบอายุ = 17 ปี

ค่าที่ไซแก่คาพยากรณ์ = 1.08

∴ ความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด =  $2.1 \times 1.08$

= 2.2 ลิตร/นาที

8. เมื่อต้องการทราบความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุดในหน่วยมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที หรือนำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง ก็นำค่าความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุดในหน่วย ลิตร/นาที เปิดตาราง 11

เช่น บุคคลทดสอบหนัก = 52 กิโลกรัม

ความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด = 42 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

ตาราง 9 การเทียบหาอัตราการเต้นของชีพจรต่อนาที โดยใช้ระยะเวลาคิดเป็นวินาทีที่นับ  
ได้จากจำนวนการเต้นของชีพจร 30 ครั้งเป็นเกณฑ์

sec	beats/min	sec	beats/min	sec	beats/min
22.0	82	17.3	104	12.6	143
21.9	82	17.2	105	12.5	144
21.8	83	17.1	105	12.4	145
21.7	83	17.0	106	12.3	146
21.6	83	16.9	107	12.1	149
21.4	84	16.7	108	12.0	150
21.3	85	16.6	108	11.9	151
21.2	85	16.5	109	11.8	153
21.1	85	16.4	110	11.7	154
21.0	86	16.3	110	11.6	155
20.9	86	16.2	111	11.5	157
20.8	87	16.1	112	11.4	158
20.7	87	16.0	113	11.3	159
20.6	87	15.9	113	11.2	161
20.5	88	15.8	114	11.1	162
20.4	88	15.7	115	11.0	164
20.3	89	15.6	115	10.9	165
20.2	89	15.5	116	10.8	167
20.1	90	15.4	117	10.7	168
20.0	90	15.3	118	10.6	170
19.9	90	15.2	118	10.5	171
19.8	91	15.1	119	10.4	173
19.7	91	15.0	120	10.3	175
19.6	92	14.9	121	10.2	176
19.5	92	14.8	122	10.1	178
19.4	93	14.7	122	10.0	180
19.3	93	14.6	123	9.9	182
19.2	94	14.5	124	9.8	184
19.1	94	14.4	125	9.7	186
19.0	95	14.3	125	9.6	188
18.9	95	14.2	127	9.5	189
18.8	96	14.1	128	9.4	191
18.7	96	14.0	129	9.3	194
18.6	97	13.9	129	9.2	196
18.5	97	13.8	130	9.1	198
18.4	98	13.7	131	9.0	200
18.3	98	13.6	132	8.9	202
18.2	99	13.5	133	8.8	205
18.1	99	13.4	134	8.7	207
18.0	100	13.3	135	8.6	209
17.9	101	13.2	136	8.5	212
17.8	101	13.1	137	8.4	214
17.7	102	13.0	138	8.3	217
17.6	102	12.9	140	8.2	220
17.5	103	12.8	141	8.1	222
17.4	103	12.7	142	8.0	225

120	2.2	3.5	4.8		148	2.4	3.2	4.3	5.4	
121	2.2	3.4	4.7		149	2.3	3.2	4.3	5.4	
122	2.2	3.4	4.6		150	2.3	3.2	4.2	5.3	
123	2.1	3.4	4.6		151	2.3	3.1	4.2	5.2	
124	1.2	3.3	4.5	6.0	152	2.3	3.1	4.1	5.2	
125	2.0	3.2	4.4	5.9	153	2.2	3.0	4.1	5.1	
126	2.0	3.2	4.4	5.8	154	2.2	3.0	4.0	5.1	
127	2.0	3.1	4.3	5.7	155	2.2	3.0	4.0	5.0	
128	2.0	3.1	4.2	5.6	156	2.2	2.9	4.0	5.0	
129	1.9	3.0	4.2	5.6	157	2.1	2.9	3.9	4.9	
130	1.9	3.0	4.1	5.5	158	2.1	2.9	3.9	4.8	
131	1.9	2.9	4.0	5.4	159	2.1	2.8	3.8	4.8	
132	1.8	2.9	4.0	5.3	160	2.1	2.8	3.8	4.8	
133	1.8	2.8	3.9	5.3	161	2.0	2.8	3.7	4.7	
134	1.8	2.8	3.9	5.2	162	2.0	2.8	3.7	4.6	
135	1.7	2.8	3.8	5.1	163	2.0	2.8	3.7	4.6	
136	1.7	2.7	3.8	5.0	164	2.0	2.7	3.6	4.5	
137	1.7	2.7	3.7	5.0	165	2.0	2.7	3.6	4.5	
138	1.6	2.7	3.7	4.9	166	1.9	2.7	3.6	4.5	
139	1.6	2.6	3.6	4.8	167	1.9	2.6	3.5	4.4	
140	1.6	2.6	3.6	4.8	6.0	168	1.9	2.6	3.5	4.4
141		2.6	3.5	4.7	5.9	169	1.9	2.6	3.5	4.3
142		2.5	3.5	4.6	5.8	170	1.8	2.6	3.4	4.3
143		2.5	3.4	4.6	5.7					
144		2.5	3.4	4.5	5.7					
145		2.4	3.4	4.5	5.6					
146		2.4	3.3	4.4	5.6					
147		2.4	3.3	4.4	5.5					

Source : From a nomogram by I Astrand: Acta Physiol. Scand. 49

(Suppl, 169): 45 - 60, 1950.

ตาราง 11 การคำนวณการบริโภคพลังงานโดยบุคคลที่ทำงานกายต่อนาที

Body weight lb	Maximal oxygen uptake liters/min												Body weight lb	Maximal oxygen uptake liters/min																																																																													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100				
110	30	32	34	36	38	40	43	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196	198	200					
110	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0

ตาราง 12 ค่าที่ใช้ในการแก้ภาพยากรณเกี่ยวกับความสามารถในการจับออกซิเจนได้สูงสุด

Age	Factor
36	.89
35	.90
34	.91
33	.92
32	.93
31	.94
30	.95
29	.96
28	.97
27	.98
26	.99
25	1.00
24	1.01
23	1.02
22	1.03
21	1.04
20	1.05
19	1.06
18	1.07
17	1.08
16	1.09
15	1.10
14	1.11
13	1.12
12	1.13
11	1.14
10	1.15