

บทที่ ๑

บทนำ



### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความแข็งแรงออกทนของหัวใจและประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต และความอดทนของกล้ามเนื้อขา บุคคลที่หัวใจมีประสิทธิภาพในการทำงานดี มีระบบไหลเวียนโลหิตดีและมีความอดทนของกล้ามเนื้อคือย่อมเป็นผู้ไค่เปรียบ โดยเฉพาะถ้าการทำงานนั้นออกมาในรูปการแข่งขันกีฬา และเป็นกีฬาประเภทที่มีความหนักของงานค่อนข้างสูง เช่น วิ่งระยะไกล, ว่ายน้ำ, วิ่งมาราธอน, สกี ฯลฯ. การทำงานของหัวใจ ระบบไหลเวียนโลหิตและความอดทนของกล้ามเนื้อจะเป็นเครื่องทำนายผลการแข่งขันได้ว่าผู้ชนะคงจะเป็นผู้ที่มีปัจจัยดังกล่าวข้างต้นดีกว่า คาร์ลตัน อาร์ เมเยอร์ (Carlton R. Meyers) และ ที เออร์วิน บเลซ<sup>๑</sup> (T. Erwin Blesh) ได้กล่าวไว้ว่า การที่จะทราบการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตนั้นจะทราบได้โดยดูจากความอดทนของหัวใจและประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิตในการปรับให้เข้ากับสภาพงานที่ทำอยู่, รวมทั้งความแข็งแรงออกทนของกล้ามเนื้อด้วย การทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตจะทำให้หัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตมีความสามารถจัดหาเชื้อเพลิงให้แกกล้ามเนื้อและนำของเสียออกไป ความต้องการเชื้อเพลิงและการขับถ่ายของเสียของกล้ามเนื้อจะขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของกิจกรรมที่มีต่อกล้ามเนื้อ ระหว่างการออกกำลังกายที่หนักความต้องการจะเพิ่มขึ้นมากกว่าขะพัก เพราะการทำงานของหัวใจจะถูกเร่งและไหลเวียนโลหิตอย่างรวดเร็ว ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิต ในการเปรียบเทียบกับบุคคลซึ่งมีสภาพร่างกายไม่คี่ในสภาพที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว ออกกำลังกายหรือทำงาน หัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ได้รับการฝึกหรือมีสภาพร่างกายดีจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า และกลับคืนสู่ปกติเร็วกว่าภายหลังจากการออกกำลังกายหรือทำงาน ความสัมพันธ์เกี่ยวของกันของระบบหายใจกับการทำงานของหัวใจ

<sup>1</sup>Carlton R. Meyers, and T. Erwin Blesh, Measurement in Physical Education (New York : The Ronald Press Company, 1962), pp. . 232 - 235.

และหลอดโลหิตมีความสัมพันธ์กันมาก เพราะว่าถ้าระบบหายใจไม่ทำการขนส่งออกซี้เจนและ  
ซึบถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและพอเพียงแล้ว การทำงานของหัวใจและ  
หลอดโลหิตก็จะไม่มีประโยชน์อันใด

เพื่อที่จะวัดความสามารถในการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตออกมาเป็นปริมาณที่  
เปรียบเทียบได้ อันจะเป็นประโยชน์ในการบอกความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของ  
แต่ละบุคคล นักพลศึกษาและนักสรีรวิทยาจึงได้พยายามคิดค้นว่าอะไรบางอย่างที่จะใช้เป็นเครื่องบอก  
ได้. มีผู้ค้นพบว่าสิ่งที่จะสามารถใช้เป็นตัวบอกการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตนั้นมีหลายอย่าง  
เช่น อัตราการเต้นของชีพจร (Pulse rate), ความดันเลือด (Blood pressure), การ  
ใช้ออกซี้เจน (Oxygen consumption), ปริมาตรการไหลเวียนของโลหิตใน ๑ นาที (Minute  
volume of circulation), ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในโลหิต (Carbon dioxide  
determination), และองค์ประกอบของโลหิต (Blood composition) สิ่งที่จะนำมาวัดนี้  
จะสะท้อนให้เห็นประสิทธิภาพทางกายที่มิในการออกกำลังกาย แต่เมเยอร์ (Meyers) และเบลช<sup>๒</sup>  
(Blesh) ได้กล่าวว่า การใช้อัตราการเต้นของชีพจรเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและเชื่อถือได้มากที่สุด  
และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหรือสถานที่ในการทดสอบที่ยุ่งยากและมีราคาแพง. ความจริงแล้ว  
การวัดการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตเป็นเรื่องซับซ้อนมากเพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพล  
ต่ออัตราการเต้นของหัวใจ เช่น อายุ, เพศ, การเปลี่ยนแปลงงานที่ทำ, การเปลี่ยนอิริยาบถ,  
การออกกำลังกาย, ฤดูกาลและสภาพอากาศ, การอดนอน, การย่อยอาหาร, การหายใจ, สภาพ  
ทางอารมณ์และประสาท. อย่างไรก็ตามได้มีการเปรียบเทียบหาความแม่นยำในการทดสอบโดย  
การใช้ผู้ทำการทดสอบที่ได้รับการฝึกมาอย่างดีแล้ว ผลปรากฏว่าการวัดประสิทธิภาพของหัวใจและ  
ระบบไหลเวียนโลหิตโดยการใช้อัตราการเต้นของชีพจรเป็นเกณฑ์จะบอกถึงการทำงานของหัวใจ  
และหลอดโลหิตได้

แบบทดสอบที่ใช้วัดการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตโดยใช้อัตราการเต้นของชีพจร

<sup>2</sup>Ibid

เป็นเกณฑ์ เช่น ทัทเทิลพัลส์เรโซเทสต์ (Tuttle - Pulse - ratio Test ), ฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์ (Harvard Step Test), คาร์ลสันเฟติกเคิร์ฟเทสต์ (Carlson Fatigue Curve Test) นอกจากนี้แบบทดสอบเออร์โกเมตรี (Ergometry) ก็น่าจะใช้วัดการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากแบบทดสอบเออร์โกเมตรีเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการทำงาน. ออสทรานด์ (Astrand) ได้กล่าวไว้ว่าการที่สภาพร่างกายมีความสามารถในการทำงานได้นั้นแสดงว่า หัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตจะต้องทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบบทดสอบเออร์โกเมตรีตามวิธีของออสทรานด์นี้ใช้วัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงานเพื่อหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด แบบทดสอบเหล่านี้เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางกาย ดังนั้นจะมีประโยชน์ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนบุคคลทั่วไป ตลอดจนนักกีฬา ในการเรียนการสอนพลศึกษาแบบทดสอบเหล่านี้จะเป็นประโยชน์มาก เพราะทำให้ทราบสมรรถภาพทางกายของนักเรียนอันจะเป็นประโยชน์ในการจัดชั้นเรียน จัดกิจกรรมการเรียน และยังเป็นประโยชน์ในการประเมินผลโปรแกรมการเรียนการสอนพลศึกษาในโรงเรียน ในค่านักกีฬาก็จะมีประโยชน์ในการทดสอบสมรรถภาพนักกีฬา นำไปใช้ในการคัดเลือกตัวนักกีฬาและอาจจะนำไปทำนายผลการแข่งขันกีฬา

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าน่าจะได้ศึกษาถึงผลของการทดสอบตามแบบทดสอบดังกล่าวมาแล้วว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่เพียงใด และสามารถนำไปทำนายการแข่งขันกีฬาได้หรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาแบบทดสอบเออร์โกเมตรี ฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์ และการวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร เพื่อจะดูว่าแบบทดสอบเออร์โกเมตรีและฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสต์ที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และแบบทดสอบทั้งสองนี้จะสามารถนำไปทำนายการวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร

<sup>3</sup> Charles Harold McCloy, and Norma Dorothy Young, Test and Measurements in Health and Physical Education (3rd. ed.; New York : Appleton - Century - Croft, Inc., 1954), pp.. 288 - 312.

<sup>4</sup> Per - Olof Astrand, Work Tests with the Bicycle Ergometer (Verberg : Monark - Crescent AB), p. ๑.

ใดหรือไม่ แบบทดสอบต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยเลือกมาใช้มีลักษณะที่น่าจะมีความสัมพันธ์กันดังต่อไปนี้

แบบทดสอบเออร์โกเมตรีเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการทำงาน, ซึ่งจะบอกถึงการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตได้ แบบทดสอบนี้ให้ผู้รับการทดสอบถีบจักรยานแบบของโมนาร์ก (Monark Bicycle Ergometry) โดยใช้วิธีการทดสอบของออสตรานด์ (Astrand) เพื่อหาสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด, ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ความสามารถในการทำงานได้คือ

ปีเตอร์ วี คาร์โปวิช<sup>๕</sup> (Peter V. Karpovich) ได้กล่าวไว้ว่าปัจจัยที่กำหนดสมรรถภาพการจับออกซิเจนมี ๔ ประการ คือ ๑. การหายใจ การหายใจจะเพิ่มขึ้นเป็นส่วนหนึ่งกับการหายใจลึก ๆ จะทำให้ออกซิเจนในถุงลมมากขึ้น ๒. สมรรถภาพของโลหิตในการนำออกซิเจน, ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับจำนวน ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดโลหิต ๓. ติชชูส์ (Tissues) ของไมซาคอออกซิเจน คือโดยปกติติชชูส์ จะรับเอาออกซิเจน ๕.๕ c.c. ในโลหิต ๑๐๐ c.c. แต่ขณะออกกำลังกายจะต้องเพิ่มเป็น ๒ เท่าหรือ ๒ เท่าครึ่ง ถ้าร่างกายนำออกซิเจนเข้าไปไมพอ ติชชูส์ก็จะขาดออกซิเจน ๔. ปริมาตรการไหลเวียนของโลหิตใน ๑ นาที อัตราของโลหิตที่ไหลเวียนในร่างกายนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อ ๑ นาที จะเห็นได้ว่าสิ่งที่กำหนดสมรรถภาพการจับออกซิเจนนั้นก็ต้องมาจากการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตนั่นเอง และตามที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่าการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตนั้นมีความสัมพันธ์กับระบบหายใจ ดังนั้นการที่ผู้รับการทดสอบจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ก็จะต้องมีการประสานงานที่ดีของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต (Circulorepiratory endurance) และยังคงมีความอดทนของกล้ามเนื้อซาควย เพื่อใช้ในการถีบจักรยานเป็นเวลา ๖ นาที

แบบทดสอบฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสต์เป็นวิธีสำหรับวัดการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิต (Cardiovascular tests), แมคคลอย<sup>๖</sup> (McCloy) ได้บอกไว้ว่าสามารถใช้แบบ



<sup>5</sup>Peter V. Karpovich, Physiology of Muscular Activity (London : W.B. Saunders Company, 1962), pp. 72 - 74.

<sup>6</sup>McCloy, and Young, loc. cit.

ทดสอบสำหรับวัดการทำงานของหัวใจและหลอดโลหิตเพื่อวัดประสิทธิภาพในการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตได้อีก ดังนั้นแบบทดสอบฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสท์ที่น่าจะใช้วัดการทำงาน ของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตได้คือ ผู้ที่จะได้คะแนนจากการทดสอบฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสท์ สูงก็ควรจะมีการประสานงานที่ดีของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต และยังคงมีความอดทน ของกล้ามเนื้อขาควย เนื่องจากต้องก้าวขาขึ้นลงบนมาในการทดสอบเป็นเวลา ๕ นาที.

ส่วนการวิ่งระยะทางไกลเป็นการทำงานประเภทที่ใช้ความอดทนทางร่างกาย<sup>๗</sup> (Endurance) และเป็นความอดทนทางร่างกายประเภทที่ระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต จะต้องทำงานประสานกันได้อย่างดี (Circulorespiratory endurance) การที่ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิตจะทำงานประสานกันได้ดีต้องประกอบด้วยปัจจัยต่อไปนี้ ๑. ความแข็งแรง (Strength) และความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ที่ใช้ในการวิ่ง ๒. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหัวใจ และประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต ๓. ประสิทธิภาพของปอด

ฉะนั้นเราจะเห็นได้ว่าทั้งการทดสอบเออร์โกเมตริย์, ฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสท์ และการวิ่ง ระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร นั้นต่างก็ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของระบบหายใจและระบบไหล เวียนโลหิต (Circulorespiratory endurance) และยังคงมีความอดทนของกล้ามเนื้อขา อีกควย (Muscular endurance) นอกจากนี้การทดสอบทั้ง ๓ แบบนี้เป็นการทำงานในภาวะ สูงสุด (Maximal work) หรือภาวะเกือบสูงสุด (Submaximal work) และต่างก็ใช้ระยะเวลา ในการทำประมาณ ๕ - ๖ นาที อย่างไรก็ตามเราก็คงไม่ทราบได้ว่าการทดสอบทั้ง ๓ แบบนี้ ผู้รับการทดสอบจะสามารถทำได้ในระดับเดียวกันหรือไม่เพียงใด

ควยเหตุนี้จึงกล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าน่าจะได้ศึกษาว่าผลการทดสอบเออร์โก เมตริย์ ผลการทดสอบฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสท์ และผลการวิ่งระยะทางไกลนั้น มีความสัมพันธ์กันหรือ

<sup>7</sup> Laurence E. Morehouse, and Augustus T. Miller, Physiology of Exercise (4th. ed.; Saint Louis : The C.V. Mosby Company, 1963), p.237.

<sup>8</sup> McCloy, and Young, op. cit., pp. 165 - 167.

ไม่เพียงใด เพื่อเราจะได้เลือกใช้แบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพในการทำงานประสานกันระหว่างระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต, หรือเพื่อวัดสมรรถภาพทางกาย, วัดความสามารถในการทำงานใดก็ตามที่ตามความสะดวกและตามอุปกรณ์ที่มีอยู่

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย ๓ ประการ คือ

๑. เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลการทดสอบเออร์โกเมตริกซ์กับฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสต์
๒. เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลการทดสอบเออร์โกเมตริกซ์กับวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร
๓. เพื่อหาความสัมพันธ์ของผลการทดสอบฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสต์กับวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร.

### สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความเชื่อว่าผลการทดสอบเออร์โกเมตริกซ์, ฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสต์ และการวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร จะเป็นไปในทางเดียวกันและมีความสอดคล้องกันในทางดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า

๑. ผลการทดสอบเออร์โกเมตริกซ์และฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสต์มีความสัมพันธ์กัน
๒. ผลการทดสอบเออร์โกเมตริกซ์และวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตรมีความสัมพันธ์กัน
๓. ผลการทดสอบฮาร์วาร์ดสแต็ปเทสต์และวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตรมีความสัมพันธ์กัน

### ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

๑. ผู้รับการทดสอบคือนิสิตชายแผนกวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน ๖๐ คน
๒. การวิ่งระยะทางไกลจะศึกษาเฉพาะวิ่ง ๑๕๐๐ เมตร
๓. การทดสอบแต่ละแบบทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว นอกจากมีความผิดปกติหรือข้อสงสัยเกิดขึ้น

๓. การวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์ในเรื่องมัธยิมเลขคณิต (Arithmetic mean), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation), สัมประสิทธิ์แห่งการกระจาย (Coefficient of variation - V), ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error), สัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation)

### ขอตกลงเบื้องต้น

แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อถือ (Reliability) และความแม่นยำ (Validity) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในประเทศไทยโดยยอมรับและนำมาใช้นานมาแล้ว

### ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้อาจมีสิ่งนอกเหนือจากที่ผู้วิจัยจะควบคุมได้ดังนี้ คือ

๑. การวิจัยเรื่องนี้ต้องอาศัยเครื่องมือหลายชนิด ผลการวิจัยจึงขึ้นอยู่กับความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้

๒. การทดสอบวิ่ง ๑๕๐๐ เมตร มีสภาพต่าง ๆ เข้ามามีอิทธิพลมาก เช่น แรงจูงใจ (Motivation), ชวงก้าว, ความสามารถที่จะใช้แรงในการวิ่ง (Distribution of Energy) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ การฝึกฝน, และกลไกต่าง ๆ ในการวิ่งซึ่งทำให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบ ผู้ที่ฝึกซ้อมเป็นประจำย่อมจะวิ่งได้ดีกว่า ความไม่สมบูรณ์ข้อนี้เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลของการวิจัยมาก

๓. ผู้วิจัยไม่อาจควบคุมอาหารและการพักผ่อนของผู้รับการทดสอบให้อยู่ในสภาพคงที่หรือใกล้เคียงกันได้. ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้รับการทดสอบแต่ฝ่ายเดียว

### ประโยชน์ของการวิจัย

๑. จากผลของการวิจัยนี้จะทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์แบบทดสอบความอดทนทางร่างกาย (Circulorespiratory endurance) ซึ่งอาจใช้แทนกันได้ในระหว่าง

๓ แบบ

๒. จากผลของการวิจัยนี้จะทำให้สามารถเลือกใช้แบบทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพทางกาย, วัดความสามารถในการทำงาน, วัดความอดทนทางร่างกายตามความสะดวกและอุปกรณ์ที่มีอยู่.

๓. จากผลของการวิจัยนี้จะทำให้ได้แบบทดสอบสำหรับคัดเลือกตัวนักกีฬา หรือทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา

๔. ถ้าผลการทดสอบเออร์โกเมตริย์ และฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสที่มีความสัมพันธ์กับการวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร, ก็จะได้แบบทดสอบที่จะนำไปใช้ในการทำนาย การวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร

### วิธีดำเนินการ ค้นคว้าและวิจัย

ดำเนินการดังนี้

๑. วางเค้าโครงและขอบเขตของการศึกษาวิจัยครั้งนี้
๒. ศึกษาวิธีทดสอบ, และคำแนะนำเกี่ยวกับการทดสอบ
๓. เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ
๔. เลือกผู้สมัครใจรับการทดสอบจากนิสิตชายแผนกวิชาพลศึกษา คณะครู ศาสตราจารย์สาธิตมหาวิทยาลัย จำนวน ๖๐ คน
๕. ดำเนินการทดสอบเออร์โกเมตริย์ ฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสและวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร โดยผู้รับการทดสอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องทำแบบทดสอบเรียงลำดับ เหมือนกันทุกคน
๖. ในการทดสอบผู้วิจัยพยายามจัดสภาพการทดสอบเป็นต้นว่าเวลา, อุณหภูมิ, และความชื้นสัมพันธ์ให้ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ก็ได้แนะนำผู้รับการทดสอบให้พยายามจัดอาหารและการพักผ่อนให้อยู่ในสภาพที่ใกล้เคียงกันตลอดเวลากการวิจัย. ในการทดสอบวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร ถัดมแรงมากก็เลื่อนการทดสอบไปในวันต่อไป
๗. ช่วงระหว่างการทดสอบครั้งหนึ่ง ๆ ห่างกันไม่เกิน ๑ สัปดาห์ นอกจากเกิดเหตุสุดวิสัย เช่น ผู้รับการทดสอบป่วย, หรือมีอาการผิดปกติเกิดขึ้น (ผู้รับการทดสอบแต่ละคนไม่ทำการทดสอบเกิน ๑ แบบในวันเดียวกัน) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้คำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกายของผู้รับการทดสอบด้วย ในการทดสอบผู้รับการทดสอบในแต่ละครั้งนั้นต้องพยายามไม่ให้สภาพร่างกายแตกต่างกันมาก
๘. ทำการทดสอบซ้ำหากมีความผิดปกติ หรือเพื่อความแน่ใจในผลการทดสอบ
๙. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ เพื่อเป็นหลักฐานในการสรุปผลการวิจัย และเสนอแนะความเห็นบางประการ



## ความหมายของคำที่ใช้ในการวิจัย

๑. ความอดทนทางร่างกาย (Endurance) หมายถึงความสามารถของร่างกายที่จะทนทำงานที่หนักติดต่อกันเป็นเวลานาน แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่

๑.๑ ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) หมายถึงความอดทนของกล้ามเนื้อที่จะทนทำงานหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะมีความอดทนได้ต้องมีคาร์โบไฮเดรตสะสมอยู่เสมอ, และมีจำนวนเส้นโลหิตฝอยที่จะทำงานมาก เพื่อจะโคส่งอาหารไปหล่อเลี้ยงและนำกากที่เกิดจากการทำงานออกไป.

๑.๒ ความอดทนในการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต (Circulorespiratory endurance) หมายถึงประสิทธิภาพในการที่ร่างกายสามารถทำงานประสานกันได้ระหว่างระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต เช่น เมื่อกำลังกล้ามเนื้อทำงานจะต้องการอาหาร และออกซิเจน, ซึ่งได้มาจากระบบไหลเวียนโลหิต. ระบบไหลเวียนโลหิตจะดีก็เนื่องมาจากการทำงานของหัวใจและปอด ดังนั้นปัจจัยที่จะทำให้ระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตทำงานประสานกันได้ดีได้แก่ ๑. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ๒. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหัวใจ, และประสิทธิภาพระบบไหลเวียนโลหิต ๓. ประสิทธิภาพของระบบหายใจ

๒. สมรรถภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular fitness) หมายถึงความสามารถที่จะส่งเลือดไปยังส่วนของร่างกายที่กำลังทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ. สมรรถภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดนี้แสดงให้เห็นถึงสภาพของหัวใจและสภาพร่างกายทั่วไป

๓. สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake or intake capacity) หมายถึงความสามารถของร่างกายที่จะจับออกซิเจนเพื่อไปใช้ให้พอเพียงในระหว่างการออกกำลังกายอย่างเต็มที่

๔. ภาวะอยู่ตัว (Steady state) หมายถึงระยะเวลาที่การออกกำลังกายคงที่, การจับออกซิเจนคงที่, การใช้ออกซิเจนคงที่, ความต้องการออกซิเจนของร่างกายคงที่, และหนึ่งออกซิเจนก็คงที่ด้วย, ซึ่งตรวจทราบได้ด้วยการนับอัตราการหายใจขณะออกกำลังกาย

๕. ปริมาณภาระทางคานงาน (Work load) หมายถึงความหนัก (Intensity) ของงาน คิดเป็นกิโลปอนด์ (Kp) หรือกิโลกรัมเมตรต่อนาที

$$\begin{aligned} ๑ \text{ กิโลปอนด์} &= ๓๐๐ \text{ กิโลกรัมเมตรต่อนาที} \\ &= \text{แรงที่กระทำต่อมวลหนัก ๑ กิโลกรัมด้วยความเร่งปกติของ} \\ &\quad \text{แรงดึงดูดของโลก ( Acceleration of Gravity)} \end{aligned}$$

๖. ผู้รับการทดสอบ หมายถึงนิสิตชาย แผนกวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ไ้สุ่มตัวอย่างมาเพื่อการศึกษาวิจัย

๗. ผู้ทำการทดสอบ หมายถึงผู้วิจัย