



วิธีดำเนินการวิจัยและการรวบรวมข้อมูล

ผู้ถูกทดลอง

เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปตามโครงการที่วางไว้ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากวิทยาลัย
 ศึกษาศาสตร์ศึกษา พลศึกษา เพื่อขอคัดเลือกนิสิตชายที่มีสุขภาพสมบูรณ์, มีขนาดของร่างกาย เช่น
 น้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุใกล้เคียงกัน, จำนวน 8 คน, และติดต่อขอความช่วยเหลือจากนายแพทย์
 ของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย, ตรวจสอบสุขภาพความสมบูรณ์
 ทั่ว ๆ ไป, โดยเฉพาะการทำงานของหัวใจว่าผู้ถูกทดลองที่ได้เลือกมานั้นมีความสมบูรณ์เหมาะสม,
 และสามารถจะทำงานทดลองได้โดยผู้ถูกทดลองจะไม่มีอันตรายใดๆ ต่อสุขภาพของตนเอง

ตารางที่ 1 ลักษณะทางค่านร่างกายของผู้ถูกทดลอง

ผู้ถูกทดลอง	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	ชีพจร (นาที)	อัตราการหายใจ ครั้ง/นาที	ความจุปอด ลบ.ซม.	ความสามารถสูงสุด ในการหายใจ (ล./นาที)
นว.	22	58	167	76	19	3250	164.46
ทศ.	24	59	167	76	20	3500	170.27
วย.	23	59	165	60	19	3050	152.47
ชส.	23	56	169	72	20	3250	159.96
ศส.	22	59	166	76	20	3300	155.35
สศ.	24	58	165	72	19	3450	175.67
พน.	24	56	169	68	19	3500	153.42
อย.	22	57	170	78	19	3720	175.87

การคัดเลือกบุคคลสองโดยใช้ ฮาร์วาร์ด สเตป เทสต์

เพื่อให้ได้บุคคลสองซึ่งมีสมรรถภาพทางออกกำลังใกล้เคียงกัน โดยใช้วิธี ฮาร์วาร์ด สเตป เทสต์²¹ เป็นเครื่องมือคัดเลือก

ตารางที่ 2 ลักษณะความสมบูรณ์ทางกายโดยใช้วิธี ฮาร์วาร์ด สเตป เทสต์
(Harvard Step - Test)

ชื่อ	อัตราการเต้นชีพจรพ่นแก้ว			คะแนน	กรรมวิธีประสิทธิภาพทางกาย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
นว.	43	42	40	125	120
ทศ.	45	42	39	126	115
วษ.	44	43	36	123	122
ชส.	45	42	39	126	115
ศส.	45	41	39	125	120
สศ.	45	41	37	123	122
ทท.	46	41	39	126	115
ณษ.	44	41	37	122	123



²¹Harison, H. Clarke, Application of Measurement to Health and Physical Education, (Printrice-Hall, Inc., Englewood Cliff, NJ, 1959) P.140.

การทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานต่อเคียวตั้งอยู่กับที่ที่มีสายพานพันรอบล้อ, สามารถปรับให้ตั้งและกลายให้หมอนได้ในระหว่างกับจักรยาน ถ้าสายพานตึงกลามเนื้อจะต้องออกแรงมากขึ้น, มีสเกลบอกน้ำหนักดวงของสายพานเป็นกิโลปอนด์(kp.) (1 กิโลปอนด์เท่ากับแรงที่กระทำต่อมวลหนัก 1 กิโลกรัม ที่ความเร่งปกติของแรงดึงดูดโลก). จักรยานนี้เมื่อมีให้บันไดหมุน 1 รอบ จะมีการเคลื่อนที่ตามขอบล้อเป็นระยะทาง 6 เมตร ในการทดสอบได้กำหนดให้ผูถูกทดลองถีบ 50 รอบต่อนาที จึงเป็นระยะทาง 300 เมตรต่อนาที ถ้าถ่วงน้ำหนัก 1 กิโลปอนด์ก็จะเป็นงาน 300 กิโลปอนด์มีเตอร์ (kpm.) ต่อนาที, ซึ่งคิดเทียบเป็นวัตต์ ดังนี้²²

100 kpm.	/นาที	=	16.35	วัตต์
300 kpm.	/นาที	=	ประมาณ 50	วัตต์
600 kpm.	/นาที	=	ประมาณ 100	วัตต์
900 kpm.	/นาที	=	ประมาณ 150	วัตต์

2) นาฬิกาจับเวลาแบบ สต็อปวอช (stop-watch)

3) เครื่องฟังตรวจ (stethoscope) สำหรับนับอัตราการเต้นของหัวใจ

4) เครื่องให้จังหวะ (Metronome) เพื่อให้การขี่จักรยานได้จังหวะคงที่ คือ 100 ครั้งต่อนาที หรือ 50 รอบของบันไดจักรยานวัดงานต่อนาที

5) เครื่องวัดปริมาณของอากาศที่หายใจเข้า ปริมาณอากาศที่ผ่านเข้า, อ่านได้จากสเกลของเครื่องซึ่งบอกเป็นจำนวนลิตรและเศษของลิตร

22

Per - Olof Astrand, Work Tests with the Bicycle Ergometer, Verberg: Monark-crescent AB, (แปลและเรียบเรียงโดยนายแพทย์ เจริญทัศน์ จินตนะเสรี, ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, 2512) หน้า 2, (อิตส์าเนา).

- 6) เครื่องวัดปริมาณแก๊สสำหรับวัดปริมาณออกซิเจนซึ่งบรรจุเข้าในถุง, ซึ่ง
มีสเกลอ่านปริมาณออกซิเจนที่ผ่านเข้าถุงเป็นจำนวนลิตรและเศษของลิตร
- 7) ออกซิเจน 86.4 % สำหรับใช้หายใจเข้าในขณะทำงาน
- 8) ถุงบรรจุออกซิเจนสำหรับหายใจ, ทำด้วยพลาสติกหนาประมาณ 0.5 มิลลิเมตร
มีลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความจุประมาณ 120 ลิตร, ซึ่งศาสตราจารย์ นายแพทย์ ดร.อวย
เกตุสิงห์ เป็นผู้ออกแบบ

9) เครื่องวิเคราะห์อากาศหายใจ เป็นแบบที่ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ดร. อวย
เกตุสิงห์ ประดิษฐ์ขึ้นใช้โดยดัดแปลงจากแบบของ ฮอลเดน (Haldane) ประกอบด้วยไปป์คัท
สำหรับบรรจุอากาศที่ต้องการวิเคราะห์แฉ่อยู่ในน้ำซึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกพลาสติกใส, มีตัวบรรจุ
โซเดียมไฮโรกซิดสำหรับดูดแก๊สออกซิเจน, และ โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ สำหรับดูดแก๊ส
คาร์บอนไดออกไซด์. เมื่อผ่านอากาศที่ต้องการวิเคราะห์ลงในน้ำยาที่ละชนิด, น้ำยาจะดูดแก๊สแฉ่ละ
ชนิดหมดไป, ก็จะทราบได้จากปริมาณที่หายไปว่าภายในอากาศนั้น ๆ มีแก๊สออกซิเจนและคาร์
บอนไดออกไซด์อยู่อย่างละเท่าไร

10) แวเรียนไฮดรอกไซด์-ไลม์ สำหรับจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ติดมากับอากาศ
หายใจออก บรรจุไว้ในกล่อง มีท่อต่อ 2 ทาง ติดตั้งอยู่ระหว่างหลอดหายใจออกกับถุงบรรจุแก๊ส

11) ลิ้นสองทาง (Two-way valve) เป็นแบบที่ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ดร.อวย
เกตุสิงห์ ประดิษฐ์ขึ้นใช้กับการทดลองนี้ มีลักษณะเป็นกระบอกกลมทำด้วยทองเหลืองสวมครอบกับ
ภายในมีลิ้นเปิด-ปิด (Flutter valve) 2 ทางทำด้วยยางอย่างดี เวลาหายใจเข้าลิ้น
ทางด้านหายใจเข้าจะเปิดส่วนลิ้นทางด้านหายใจออกจะปิด, และเวลาหายใจออกลิ้นทางด้านหายใจ
ออกจะเปิดลิ้นทางด้านหายใจเข้าจะปิด. ตรงกลางมีท่อยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ออกมาสำหรับสวม
หลอดคอม (mouthpiece). มีห่วงยื่นจากตัวกระบอกประมาณ 3 เซนติเมตร สำหรับแขวนกับ
รถถนนเพดาน

12) ก๊อกปิดเปิดสามทาง (Three-way valve) ใช้ต่อกับท่อที่ยื่นออกมาจาก
กระบอกทองเหลืองอีกทางหนึ่ง. มีลักษณะเป็นท่อกลมทำด้วยโลหะแยกเป็น 3 ทาง สำหรับ



ให้อากาศเข้าได้ทางหนึ่งและออกได้สองทาง. บังคับให้ออกทางใดทางหนึ่งได้โดยดับปีก-
เปิดซึ่งหมุนได้อยู่ตรงกลาง. ทางหนึ่งของปีกนั้นส่วนเข้ากับตัวท่อที่ยื่นออกมาอีกทางหนึ่งเปิด
ไว้สำหรับปล่อยอากาศที่ใบต้องการ.

13) **หลอดอม (mouthpiece)** เป็นยางอย่างดี ส่วนที่อมไว้ในปากกว้างพอ
คือขนาดปาก มีกระบังยื่นออกมาด้านอากาศรั่ว และมีตั้งยื่นสำหรับใช้ฟันขบไว้. ตรงกลาง
กระบังมีที่ซึ่งให้สวมเข้ากับปีก

14) **ท่อสี่ทาง (Four-way valve).** เป็นท่อสำหรับต่อจากถุงอากาศหายใจ
ถ้าเราจะมีท่อเล็กสำหรับต่อลงรับออกซิเจนบริสุทธิ์ที่ผ่านจากเครื่องวัดปริมาตรออกซิเจน.
ตัวบนเป็นท่อสวมกับท่อบางที่รับอากาศที่หายใจออกผ่าน แบนเรียบมีไฮดรอกโซลโซลิมใช้ดูด.
ส่วนอีกด้านต่อเข้ากับเครื่องวัดอากาศหายใจเข้า

15) **ที่บีบจุ่ม.** สำหรับบีบจุ่มผู้ถูกทดลองระหว่างกับจักรยานมีที่เลื่อนเข้า-ออก
ได้ ส่วนที่ติดจุ่มมีฟองน้ำหนา 2 ข้างกับเบ้าจุ่ม ด้านล่างมีสกรู (Screw) ขึ้นแน่นได้

16) **ขวดเก็บตัวอย่างอากาศ** เพื่อนำไปวิเคราะห์ทำด้วยแก้ว เป็นรูปตัวยู (U-Shape)
ภายในบรรจุปรอทมีปีกเปิด-ปิดสองทาง. สามารถบรรจุตัวอย่างอากาศได้ครั้งละประมาณ
50 มิลลิลิตร

17) **บาโรมิเตอร์** สำหรับวัดความดันบรรยากาศเป็นบาโรมิเตอร์ที่ใช้ปรอท

18) **เทอร์โมมิเตอร์** สำหรับวัดอุณหภูมิ

19) **เครื่องจิ้งน้ำหนักตัวแบบโครช์ (Krogh)** ซึ่งตั้งได้แม่นยำถึง 0.01 กรัม

20) **เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์** เป็นแบบคัมเปิกและคัมแห้ง เพื่อนำค่าที่อ่าน
ได้ไปเปิดตารางหาค่าความชื้นสัมพัทธ์

21) **ห้องชีวอากาศ (Climatic Chamber)** สำหรับปรับอุณหภูมิที่ต้องการ
มีอุปกรณ์พร้อมที่จะปรับให้มีความร้อนหรือเย็นซึ่งท่านศาสตราจารย์ นายแพทย์ อวย เกตุสิงห์
เป็นผู้ออกแบบสร้างขึ้น

วิธีการทดลอง

- 1) ทำเป็นการทดลองในห้องชีวอากาศ สำหรับอุณหภูมิเย็นปรับอุณหภูมิห้อง 20°ซ., อุณหภูมิปานกลาง 30°ซ, และอุณหภูมิร้อน 40°ซ. ตลอดจนการทดลองในอุณหภูมิต่างๆ ปรึษาความชื้นสัมพัทธ์ให้เป็น 60 ± 5 เปอร์เซ็นต์. ความเร็วของลมภายในห้องทดลองเท่ากับศูนย์ตลอดระยะเวลาการทดลองทุกครั้ง
- 2) ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ใช้ แบเรียมไฮดรอกไซด์-ไลม์ สำหรับจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนมากับอากาศหายใจออกขณะทดลอง, ถ้าแบเรียมไฮดรอกไซด์-ไลม์ สีชมพูเปลี่ยนเป็นสีม่วง แสดงว่ามีสมรรถภาพน้อยในการจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์, ต้องเปลี่ยนใหม่ทุกครั้ง
- 3) ก่อนการทดลองทุกครั้ง, จับชีพจรขณะนั่งพักมาแล้วประมาณ 5 นาที. และชั่งน้ำหนัก. เมื่อผู้ถูกทดลองเข้าห้องทดลองหลังจากปรับที่นั่งให้ไ้กระยะเหมาะสำหรับการทดลองแล้วให้นั่งพักบนจักรยานประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้หัวใจวางตัวชึ้นกับภาวะแวดล้อม. จากนั้นให้ผู้ถูกทดลองถีบจักรยานโดยใช้น้ำหนักถ่วงขนาดเบาก่อน, ขณะที่ผู้ถูกทดลองกำลังถีบจักรยานอยู่จะใช้เครื่องฟังตรวจนับการเต้นของหัวใจทุกนาที โดยเริ่มจากวินาทีที่ 46 ของแต่ละนาทีจนครบ 6 นาที. เมื่อครบ 6 นาทีแล้วปิดเครื่อง. ให้ผู้ถูกทดลองหยุดถีบจักรยานถอดเสื้อคลุมและถอดคอมออก, หายใจตามธรรมชาติ. นั่งพักอยู่บนจักรยานแล้วจับชีพจรในระยะเวลาที่นับตัว. โดยนับแบบเดียวกับขณะกำลังถีบจักรยานอยู่. จนครบ 6 นาที
- 4) จับปริมาณอากาศหายใจเข้าไว้ บีบอากาศที่เหลือจากถุงย่นเข้าเครื่องวัดเพื่อทราบปริมาณอากาศในถุง เพื่อนำไปคำนวณหาส่วนเทียบ (R.E.)