

วิธีดำเนินการวิจัยและการรวบรวมข้อมูล

ผู้ถูกทดลอง

เป็นนิสิตชายชั้นปีที่ 1 วิชาเอก พลศึกษา ของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน ซึ่งอาสาสมัครมาเป็นผู้ถูกทดลอง นิสิตเหล่านี้มีอายุอยู่ระหว่าง 18-22 ปี มีน้ำหนักระหว่าง 49-61 กิโลกรัม มีส่วนสูงอยู่ระหว่าง 157-175 เซนติเมตร มีสุขภาพสมบูรณ์อยู่ในระดับกลาง ไม่มีโรคเกี่ยวกับหัวใจ และปอด ทั้งนี้จากการตรวจร่างกายโดยละเอียดของแพทย์ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมการกีฬาแห่งประเทศไทย ได้ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiograph) และเอกซเรย์ปอด (x-ray) นอกจากนี้ยังได้ทดสอบสมรรถภาพของผู้ทดลองด้วยการทดสอบแบบฮาร์วาร์ด สเตป เทสต์ (Harvard step test) ซึ่งผลที่ได้อยู่ระหว่าง 78-113 และได้ทำการวัดสมรรถภาพออกซิเจนตามวิธีการของเพอร์ โอลอฟ ออสตรานด์ แห่งสวีเดน (Per-Olof Astrand) ได้ผลอยู่ระหว่าง 40-53 มล./นาที/กก.

ตารางที่ 1 ลักษณะทางร่างกายสมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพออกซิจีเจน

ชื่อ	อายุ(ปี)	น้ำหนัก(กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	คะแนน ฮาร์วาร์ดสเตปเทสต์	สมรรถภาพออกซิจีเจน มล./นท./กก.
ส.ย.	20	58.5	175	113	53
ช.น.	18	60.2	167	90	52
ก.	21	56.5	166	120	51
อ.น.	22	51.5	158	109	50
ว.บ.	20	52.9	168	85	49
ช.ต.	19	49.7	161	96	48
น.ย.	19	50.0	157	79	46
ส.ช.	20	50.9	161	113	45
ส.พ.	19	54.5	168	80	44
ว.ว.	19	54.0	165	84	43
ส.น.	19	55.0	164	85	41
จ.ร.	21	51.5	168	78	40

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. จักรยานออกกำลังกายแบบโมนาร์ค (Monark bicycle ergometer)
2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome)
3. นาฬิกาจับเวลา (Stop-watch) 3 เรือน
4. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Telethermometer)
5. เครื่องฟังทรวง (Stethoscope)
6. เครื่องวัดความดันเลือด (Sphygmomanometer)
7. เทอร์โมมิเตอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบคุมเปียกคุมแห้ง 1 ชุด
8. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบโครกซ์ (Krogh)

การทดลอง

การทดลองกระทำภายในห้องชีวอากาศ (Climate chamber) ของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาซึ่งปรับอุณหภูมิและความชื้นให้แตกต่างกัน 4 แบบคือ

1. อุณหภูมิ 40 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 ± 5 เปอร์เซ็นต์
2. อุณหภูมิ 40 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 5 เปอร์เซ็นต์
3. อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 ± 5 เปอร์เซ็นต์
4. อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 5 เปอร์เซ็นต์

การทดลองกระทำตั้งแต่เวลา 9.00-12.00 น. และ 13.00-16.00 น. มีอุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 23-31 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 55-90 เปอร์เซ็นต์, การทดลองนี้ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 6 เดือน, ผู้ทดลองแต่ละคนต้องทำคนละ 24 ครั้ง, โดยในแต่ละสภาพแวดล้อมทำคนละ 6 ครั้ง ซึ่งแบ่งเป็นการทำในสภาพเครื่องแต่งกายแบบเปิด 3 ครั้ง และแบบปิด 3 ครั้ง และแต่ละคนเข้ารับการทดลองไม่เกินสัปดาห์ละ 3 ครั้ง แต่ละครั้งต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 1 วัน

ในการทดลองทุกครั้ง ก่อนที่จะเปลี่ยนเครื่องแต่งกายในชุดทดลอง, ผู้ถูกทดลองทั้ง
 นำหนักตัวในสภาพ "เปลือยกาย", โดยการชั่งน้ำหนักผ้าซึ่งใช้ชั่งในการชั่งน้ำหนักก่อน, แล้ว
 นำน้ำหนักของผ้าไปหักออกจากน้ำหนักที่ชั่งได้. ทำการทดลองทีละคน. ให้ผู้ถูกทดลองเปลี่ยน
 ไปใช้เครื่องแต่งกายทดลองที่กำหนดไว้ในแต่ละครั้ง, ซึ่งจะให้ทดลองสลับครั้งกัน, แล้วเข้า
 ไปนั่งพักบนอาณจักรยานวีคงานภายในห้อง, ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามกำหนด, เพื่อ
 ให้คุ้นเคยกับภาวะอากาศแวดล้อม เป็นเวลา 10 นาที, วัดความดันเลือดและจับชีพ
 จจรของผู้ถูกทดลอง 3 ครั้ง โดยเริ่มในนาทีที่ 7, 8, และ 9 วัดอุณหภูมิผิวหนังภายในนาทีที่ 9, เมื่อ
 ครบ 10 นาทีแล้วให้ผู้ถูกทดลองถีบจักรยานตามจังหวะโดยใช้น้ำหนักดวงครั้งแรก 1.5 กิโลปอนด์
 และเพิ่มน้ำหนักดวง 0.5 กิโลปอนด์ทุกสองนาที. ใช้เครื่องฟังตรวจนับการเต้นของหัวใจตรงที่
 เอเพกซ์ (apex beat) ทุก ๆ นาที โดยเริ่มฟังที่วินาทีที่ 45 ของทุกนาที และจับเวลา
 ของเต้นของหัวใจ 30 ครั้ง เป็นวินาที แล้วเปิดตารางแปลเป็นครั้งต่อนาที. ให้ผู้ถูกทดลอง
 ถีบจักรยานต่อไปจนกระทั่งหัวใจเต้นถึง 190-200 ครั้งต่อนาที หรือจนกระทั่งไม่สามารถถีบต่อไป
 ให้ออกพร้อมจังหวะได้ และอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในภาวะอยู่ตัว (steady state) คือ
 อัตราการเต้นหัวใจของ 2 ครั้งต่างกันไม่เกิน 4 ครั้ง/นาทีตลอดระยะเวลาของการออกกำลังกาย
 โดยการถีบจักรยานนี้ บันทึกอุณหภูมิผิวหนังของผู้ถูกทดลองไว้ทุกนาทีที่ 1, 5, 10, 15, 20 หลังจาก
 จากอัตราการเต้นของหัวใจคงที่ในอัตรา 190 ครั้งต่อนาทีแล้ว, ให้ผู้ถูกทดลองหยุดออกแรง
 โดยลดน้ำหนักดวงลงอยู่ที่ศูนย์และเคลื่อนไหวขาไปช้า ๆ ค่อยไปอีกสักพัก. ในช่วงเวลาพักที่
 นาทีที่ 1 วัดความดันเลือดและอุณหภูมิผิวหนังทันที, และเมื่อถึงวินาทีที่ 50 ของนาทีที่ 1 และ
 นาทีต่อไป เริ่มตรวจฟังการเต้นของหัวใจเป็นเวลา 10 วินาที แล้วเทียบเป็น 1 นาที, เมื่อ
 เริ่มขึ้นนาทีที่ 6 วัดความดันเลือดและอุณหภูมิผิวหนังอีกครั้งหนึ่ง. หลังจากเสร็จสิ้นการนับ
 อัตราการเต้นของหัวใจในนาทีที่ 6 แล้ว ให้ผู้ถูกทดลองออกไปนอกห้องสู้อากาศทำการเช็ด
 เหนือให้แห้งโดยเร็วแล้วชั่งน้ำหนักในสภาพ "เปลือยกาย" เหมือนก่อนการทดลองอีกครั้งหนึ่ง
 เป็นการสิ้นสุดการทดลองแต่ละครั้ง.