

วิธีดำเนินการวิจัยและการรวบรวมข้อมูล

ผู้ถูกทดลอง

ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากแผนกวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนายแพทย์ของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย, เพื่อคัดเลือกนิสิตที่มีสุขภาพสมบูรณ์ในระดัปล่าง, มีขนาดของร่างกายและอายุใกล้เคียงกันจำนวน ๖ คน. มีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อนี้ในตารางที่ ๑.

ตารางที่ ๑. ลักษณะทางร่างกายของผู้ถูกทดลอง

ชื่อ	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)
ป.ค.	๒๑	๕๑.๕	๑๕๔.๕
พ.ช.	๒๐	๕๖.๐	๑๖๔.๐
พร.ช.	๒๐	๕๘.๓	๑๗๐.๒
พ.ร.	๒๐	๖๐.๐	๑๖๖.๘
ป.ญ.	๒๐	๕๔.๐	๑๖๓.๘
ณ.	๑๙	๖๐.๕	๑๗๖.๕

การทดสอบขั้นต้นเพื่อหาน้ำหนักดวงสูงสุดที่เหมาะสม

ให้ผู้ถูกทดลองถีบจักรยานวัดงานในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นปรกติ (๒๘ - ๓๐ °ซ ๗๐ ถึง ๗๕ เปอร์เซ็นต์) ใช้น้ำหนักดวง (ความถี่) เบื้องต้น ๑.๕ กิโลปอนด์, ความเร็ว ๕๐ รอบต่อนาที, คอยเพิ่มน้ำหนักดวง (ความถี่) ขึ้นครั้งละ ๐.๕ กิโลปอนด์ทุก ๆ ๒ นาที จนกระทั่งถีบต่อไปไม่ไหว.

จากการทดลองพบว่า ผู้ถูกทดลอง ๔ คนใน ๖ คน สามารถถีบจักรยานวัดงานจนอัตราชีพจรสูงสุดถึง ๑๗๕ ครั้งต่อนาที ก็ถีบต่อไปไม่ได้, เนื่องจากกล้ามเนื้อขาอ่อนล้าเสียก่อน. ผู้วิจัยจึงให้ผู้ถูกทดลองทุกคนฝึกถีบจักรยานวัดงานเพื่อให้กล้ามเนื้อขาแข็งแรงขึ้น

โดยให้ฝึกวันเว้นวัน, วันละ ๒ - ๓ นาที, คนละ ๕ ครั้ง. ครั้งสุดท้ายพบว่าเมื่อใช้น้ำหนัก
ถ่วง ๓ กิโลปอนด์ ผู้ถูกทดลอง ๕ คน มีอัตราการชีพจรถึง ๑๕๐ ครั้งต่อนาที, อีก ๑ คนมีอัตรา
ชีพจร ๑๗๗ ครั้งต่อนาที. จึงกำหนดเอาน้ำหนักถ่วง ๓ กิโลปอนด์ เป็นน้ำหนักถ่วงสูงสุดใน
การทดลองครั้งต่อไป.

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

๑) จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark bicycle ergometer) เป็น
จักรยานล้อเดียว, ตั้งอยู่กับที่ มีสายพานพันรอบล้อ สามารถชันให้ตั้งหรือคลายให้หย่อนได้ใน
ระหว่างถีบจักรยาน. ถ้าสายพานตึงกลามเนื้อจะต้องออกแรงมากขึ้น, มีสเกลบอกน้ำหนัก
ถ่วงจากสายพานที่ล่อเป็นกิโลปอนด์.

๒) นาฬิกาจับเวลาแบบสตอปวอตช์ (Stop-watch).

๓) เครื่องฟังตรวจ (Stethoscope). สำหรับนับอัตราเต้นของหัวใจ.

๔) เครื่องให้จังหวะ (Metronome). เพื่อให้การขี่จักรยานได้จังหวะคงที่,
คือ ตั้งไว้ที่ ๑๐๐ ครั้งต่อนาทีหรือ ๕๐ รอบของกะโหลกจักรยานวัดงานต่อนาที.

๕) เครื่องวิเคราะห์อากาศหายใจแบบง่าย. เป็นแบบที่ ศาสตราจารย์
นายแพทย์อวย เกตุสิงห์ประดิษฐ์ขึ้นใช้โดยดัดแปลงจากแบบของ ฮอลเดน. ประกอบด้วย
ไปเบิร์ต สำหรับบรรจุอากาศที่ต้องการวิเคราะห์, แขนงอยู่ในน้ำซึ่งบรรจุอยู่ในกระบอก
พลาสติกใส นอกจากนี้มีถ้วยบรรจุโซเดียมไพโรแกลเลท สำหรับดูด แก๊สออกซิเจน,
และ โปแตสเซียมไบคาร์บอเนต สำหรับดูดแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์. เมื่อผ่านอากาศที่
ต้องการจะวิเคราะห์ลงไปใต้น้ำยาที่ละชนิด, น้ำยาดูด แก๊ส แต่ละชนิดหมดไป ก็จะทราบ
ได้จากปริมาตรที่หายไปว่าภายในอากาศนั้นมี แก๊สออกซิเจนและ คาร์บอนไดออกไซด์
อยู่อย่างละเท่าไร.

๖) ถังเก็บอากาศหายใจ, ทำด้วยพลาสติกหนาประมาณ ๐.๕ มิลลิเมตร, มี
ลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความจุประมาณ ๑๒๐ ลิตร, มีปากต่อกับทอกลมทำด้วยสังกะสี
(บัคกรี) ให้อากาศเข้าออก, และมีท่อเล็กต่อออกด้านข้าง สำหรับแบ่งตัวอย่างอากาศไป
วิเคราะห์. ถังนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ประดิษฐ์ขึ้นใช้เอง ตามคำแนะนำของศาสตราจารย์นายแพทย์
อวย เกตุสิงห์.

๓) ลิ้นสองทาง (Two-way valve) มีลักษณะเป็นกระบอกกลม, ทำด้วยทองเหลืองมีลิ้นปิดเปิด ๒ ทางทำด้วยยางอย่างคิซนิกบาง, สำหรับให้อากาศเข้าทางหนึ่ง ออกทางหนึ่ง. ไขต่อกับหลอดยางที่ปากของตู้ถูกทดลอง, ลิ้นสองทางนี้เป็นแบบที่ศาสตราจารย์นายแพทย์อวย เกตุสิงห์เป็นผู้คิดขึ้นไว้.

๔) กอกปิดเปิดสามทาง (Three-way valve) ไขต่อกับท่อนำอากาศซึ่งต่อกับลิ้นสองทางอีกทีหนึ่ง. มีลักษณะเป็นทอกกลมทำด้วยโลหะแยกเป็น ๓ ทาง, สำหรับให้อากาศเข้าได้ทางหนึ่ง, ออกได้สองทาง. บังคับให้ออกทางใดทางหนึ่งได้ด้วยลิ้นปิดเปิดซึ่งหมุนได้อยู่ตรงกลาง. ทางหนึ่งของกอกนี้ต่อเข้ากับปากถุงเก็บอากาศ อีกทางหนึ่งเปิดไว้สำหรับปล่อยอากาศที่ไม่ต้องการเก็บ.

๕) เครื่องวัดปริมาตรของอากาศแบบของอเมริกันมีเตอร์คอมปานี (American Meter Company). ไขสำหรับวัดปริมาตรของอากาศที่เก็บไว้ในถุงเก็บอากาศ, โดยที่ผ่านอากาศเข้าไปในเครื่องวัดให้ออกอีกด้านหนึ่ง. ปริมาณอากาศที่ผ่านเข้าไปอ่านได้จากสเกลของเครื่องซึ่งบอกเป็นจำนวนลิตรและเศษของลิตร.

๑๐) ขวดเก็บตัวอย่างอากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์. ทำด้วยแก้วเป็นรูปตัวยู, ภายในบรรจุปรอทมีลิ้นปิดเปิดสองทาง, สามารถบรรจุตัวอย่างอากาศได้ครั้งละประมาณ ๕๐ มิลลิลิตร.

๑๑) บาร์โรมีเตอร์ สำหรับวัดความดันบรรยากาศ, เป็นบาร์โรมีเตอร์ชนิดที่ใช้ปรอท.

๑๒) เทอร์โมมิเตอร์ สำหรับวัดอุณหภูมิชนิดองศาเซ็นติเกรดและใช้ปรอท.

๑๓) เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์. เป็นแบบตุ้มเปียกและตุ้มแห้ง นำค่าที่อ่านได้ไปเปิดตารางหาค่าความชื้นสัมพัทธ์.

๑๔) เครื่องชั่งน้ำหนักตัวแบบ โครกซ์ (Krogh) ซึ่งชั่งได้แม่นยำถึง ๐.๐๑ กรัม.

วิธีการทดลอง

การทดลองกระทำในห้องชีวอากาศซึ่งปรับอุณหภูมิเท่ากับ 20 ± 1 องศาเซ็นติเกรด สำหรับอุณหภูมิเย็น, 30 ± 1 องศาเซ็นติเกรดสำหรับอุณหภูมิปานกลาง, และ 40 ± 1 องศาเซ็นติเกรดสำหรับอุณหภูมิร้อน. ตลอดการทดลองในอุณหภูมิต่าง ๆ ปรับความชื้นสัมพัทธ์ให้เป็น

๖๐ ± ๕ เปอร์เซ็นต์ ความเร็วของลมภายในห้องทดลองเท่ากับศูนย์ตลอดระยะเวลาการทดลอง
ทุกครั้ง.

การทดลองทุกครั้งกระทำในระหว่างเวลา ๑๓.๐๐ - ๑๖.๐๐ นาฬิกา (เว้นแต่
สำหรับผู้ถูกทดลองหมายเลข ๑ ซึ่งกระทำในเวลา ๘.๐๐ - ๑๑.๓๐ นาฬิกา) มีอุณหภูมิอากาศ
อยู่ระหว่าง ๒๗-๓๑ องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ ๖๓ - ๗๕ เปอร์เซ็นต์. ตลอด
ระยะเวลาที่มีการทดลองผู้ถูกทดลองแต่ละคนจะต้องใช้เวลาในการทดลองในช่วงระยะเวลา
๑ เดือน (รวมเวลาของการฝึกควย).

ในการทดลองทุกครั้งซึ่งนำหน้าผู้ถูกทดลองก่อนเข้าห้องทดลอง. ทำการทดลอง
ทีละคน. ให้ผู้ถูกทดลองนั่งบนอานจักรยานวัดงานในห้องชีวอากาศ ๕ นาที เพื่อให้คุ้นเคย
กับภาวะแวดล้อม, จับชีพจรขณะนั่งพักระหว่างนาทีที่ ๔ กับที่ ๕. จากนั้นให้ผู้ถูกทดลองถีบ
จักรยานโดยใช้น้ำหนักถ่วง ๒.๕ กิโลปอนด์. ใช้เครื่องฟังตรวจนับชีพจรทุกนาที, โดยเริ่มนับ
จากวินาทีที่ ๔๕ - ๔๖. ใช้วิธีจับเวลาเป็นวินาทีสำหรับการเต้นของชีพจร ๓๐ ครั้ง. ให้
ผู้ถูกทดลองถีบจักรยานไปจนกระทั่งชีพจรเข้าสู่ภาวะคงที่ประมาณนาทีที่ ๖ - ๗, แล้วจึงเพิ่ม
น้ำหนักถ่วงเป็น ๓ กิโลปอนด์. จับชีพจรในแต่ละนาทีต่อไปจนกระทั่งชีพจรถึง ๑๕๐ ครั้ง
ต่อนาที. เริ่มเก็บอากาศหายใจออก (ระหว่างที่ผู้ถูกทดลองคงถีบจักรยานอยู่) และเก็บ
ไปจนครบ ๑ นาที จึงบีบคอกและให้หยุดถีบ. แยกตัวอย่างอากาศหายใจเก็บไว้ในขวดเก็บ
ตัวอย่างอากาศ ๒ ใบ ซึ่งจุประมาณใบละ ๕๐ มิลลิลิตร, แล้ววัดปริมาตรอากาศภายในถุง
ควยแก๊สมีเตอร์นอกห้องทดลอง.

