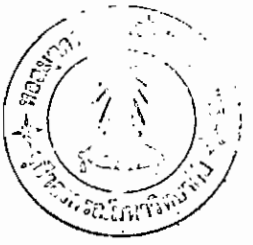
บทที่ 1

บทนำ



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกกำลังที่กระทำโดยถูกต้องย่อมให้คุณแก่ร่างกายเสมอ ในเด็ก ๆ การออกกำลังกายจะช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตดี ผู้ที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังหรือมัวแต่เก็บตัวอยู่แต่ในห้อง มักจะมีร่างกายแคระและขี้โรค ในวัยหนุ่มสาวการออกกำลังช่วยให้ระบบประสาทและจิตใจทำงานได้ดีเป็นปกติอีกด้วย สำหรับผู้ที่มีอายุเกิน 40 ปีขึ้นไปการออกกำลังยิ่งจำเป็นมาก เพราะเป็นระยะที่เริ่มชี้เกียจออกแรง ความว่องไวประเปรียวลดลง จึงเป็นเหตุให้อ้วนได้ง่าย และเป็นช่องทางให้โรคเบาหวาน โรคเก๊าท์ โรคหัวใจ หลอดเลือดตีบ แรงดันเลือดสูง และเจ็บปวดตามข้อต่าง ๆ ติดตามมาได้ง่าย การออกกำลังกายไม่ใช่เพียงแต่ช่วยบริหารกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่เป็นการบริหารหัวใจ ปอด หลอดเลือด กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตลอดจนอวัยวะทุก ๆ ส่วนของร่างกายด้วย [1] การออกกำลังกายมีประโยชน์ต่อร่างกายช่วยพัฒนาทางด้านดุลย์ของร่างกาย (Balance) ความคล่องตัว (Agility) ความยืดหยุ่นตัว (Flexibility) ความแข็งแรง (Strength) กำลัง (Power) การประสานงาน (Coordination) และความอดทน (Endurance) โดยเฉพาะความอดทน (Endurance) เป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ทางด้านระบบการหายใจ และหัวใจระบบกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายนั้นจะมีขอบเขตอยู่กับความสามารถปรับตัวของสิ่งที่มีชีวิต ดังนั้นจึงต้องจัดให้เหมาะกับภาวะของร่างกาย เช่นเกี่ยวกับ วัย เพศ และความแข็งแรงที่มีอยู่ โดยเฉพาะผู้สูงอายุถ้าจัดไม่เหมาะก็อาจจะ ไม่ได้ผลตามที่ต้อง-

---

[1] สนูอง อูนากูล, "การออกกำลังกาย," วารสารสุขภาพ, ธันวาคม 2516, หน้า 24.

การ หรืออาจได้รับผลร้าย จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบร่างกายเสียก่อน ประกอบกับต้องทดสอบผลการฝึกซ้อมเป็นระยะไป เพื่อจะได้สามารถปรับปรุงระบบการออกกำลังให้เหมาะสมกับสภาพของร่างกายอยู่เสมอ

ขณะออกกำลังกล้ามเนื้อเกิดความเครียดจากการหดตัว ความเครียดจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการคือ จำนวนกล้ามเนื้อที่หดตัว และความถี่ของการหดตัว ถ้าใช้กล้ามเนื้อหลายมัดทำงานความถี่ของการหดตัวจะมาก ความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับระยะเวลาทำงาน เมื่อกล้ามเนื้อเริ่มเมื่อยล้าความเครียดจะลดลง และถ้าจะต้องทำงานเช่นนั้นต่อไปอีก ก็จะต้องใช้เส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนมากความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับการเพิ่มจำนวนกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงาน อัตราเร็วของการทำงานมีส่วนทำให้ความต้องการออกซิเจนของร่างกายมากหรือน้อยได้ กล่าวคือ ในขณะออกกำลังด้วยความเร็วสูงหรือต่ำเกินไป ประสิทธิภาพในการทำงานจะลดลง แต่ความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น

การออกกำลังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านการหายใจ[2] เนื่องจากการเผาผลาญในร่างกายเพิ่มขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย ร่างกายมีความต้องการออกซิเจนมากทำให้ต้องมีการหายใจเพิ่มขึ้น ความตื่นเต้นก่อนการออกกำลังหรือก่อนการแข่งขันจะทำให้หายใจเร็ว ในระยะเริ่มแรกที่ออกกำลัง อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้น และหายใจลึก อัตราการหายใจต่อนาทีที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นสัดส่วนกับปริมาณงาน.

---

2 Peter V. Karpovich, Physiology of Muscular Activity, (Philadelphia and London : W.B. Saunders Company, 1966), p. 108.

เวด และ บิชอบ [3] (Wade and Bishop) ได้ศึกษาการไหลเวียนของโลหิตในการทำงานขนาดต่าง ๆ กัน ปรากฏว่าเมื่อออกกำลังถึงขีดสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มมากกว่าปกติเท่าตัว การสูบฉีดโลหิตมากขึ้น และไหลเวียนไปยังกล้ามเนื้อที่ทำงานมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ปริมาณโลหิตที่หล่อเลี้ยงตามผิวหนังจะแตกต่างไปตามปริมาณงานที่ทำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของสิ่งแวดล้อม

ชไนเดอร์ [4] (Schneider) ได้ทำการทดลองการออกกำลังโดยถีบจักรยานวัดงาน เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้น (Work load) อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กับปริมาณการออกกำลัง จากการสังเกตพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขึ้นสูงสุดเมื่อออกกำลังเต็มที่ และอาจจะลดลงได้เมื่ออัตราการเต้นของหัวใจขึ้นสูงสุดจนถึงขีดจำกัด ในคนที่ขาดการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจอาจขึ้นสูงถึง 240–270 ครั้งต่อนาที แต่ในคนส่วนมากอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดขณะออกกำลังเต็มที่จะประมาณ 200 ครั้งต่อนาที

อุณหภูมิในร่างกายที่สูงขึ้นในระหว่างการออกกำลังไม่ทำให้อัตราชีพจรขึ้นเร็วนัก แต่ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นย่อมมีผลต่อการเต้นของหัวใจคือทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นเพื่อส่งโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อมากขึ้นและขณะเดียวกันโลหิตส่งไปที่ผิวหนังก็มากขึ้นด้วย เพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย

---

3 O.L. Wade and J.M. Bishop, "Cardiac out-put and Regional Blood Flow," Physical activity and the heart, (Springfield, Illinois : Charles C. Thomas, Publishers, 1967), p.69.

4 Karpovich, op.cit., p.167.

โดยปกติไม่ว่าจะอยู่ในสภาพแวดล้อมใด ๆ ก็ตาม อุณหภูมิในร่างกายจะคงที่อยู่เสมอ แต่อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ไม่เกิน 1 องศาเซนติเกรด [5] ทั้งนี้ร่างกายสามารถปรับอุณหภูมิให้คงที่อยู่ได้โดยระบบระบายความร้อน [6] (heat-distribution system), คือใช้ระบบการไหลเวียนของโลหิตไปสู่ผิวหนังมากขึ้น และผิวหนังระบายความร้อนออกโดยการแผ่รังสี (Radiation), การนำความร้อน (Conduction), การพา (Convection), และการระเหย (Evaporation) ของน้ำออกจากร่างกาย อนึ่งการระบายความร้อนนี้จะได้ผลเพียงใด ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของสิ่งแวดล้อมด้วย ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูงและความชื้นมากการระบายความร้อนออกจากร่างกายทำได้น้อย ทั้งนี้เนื่องจากในอากาศร้อน ร่างกายระบายความร้อนได้มากที่สุด โดยการระเหยของเหงื่อ ถ้าในอากาศมีไอน้ำมาก ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง เหงื่อระเหยเกือบไม่ได้ การระบายความร้อนออกจากร่างกายจึงทำได้น้อย

ในการออกกำลังอุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้น [7] แต่จะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณงาน, ระยะเวลาการทำงาน, อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ, และกระแสลม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายด้วย ในการออกกำลังหนัก ๆ ในเวลานาน อุณหภูมิในร่างกายอาจมากกว่า 40 องศาเซนติเกรด ซึ่งทำให้สมรรถภาพในการทำงานลดลง เนื่องจากอุณหภูมิของร่างกายสูงเกินกว่าเอนไซม์ของกล้ามเนื้อจะทำงานได้ดี

---

5 Ibid.

6 Charles W. Shilling, "The mechanism of Temperature Control," The Human machine, (Annapolis, Maryland : United States Naval Institute, 1955), p. 30-32.

7 J.A. Kreuzer Ferdinand, "Physiological Adjustments to exercise", International Research in Sport and Physical Education, (Springfield, Illinois : Charles C. Thomas, Publisher, 1964), p.320.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้สมรรถภาพในการออกกำลังหรือการเล่นกีฬาลดลง คือร่างกายเสียน้ำเป็นจำนวนมากในเวลารวดเร็ว(Acute dehydration) โดยการหลั่งเหงื่อและการหายใจ เฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำงานหรือออกกำลังอย่างหนักในอากาศร้อนและชื้น การที่ร่างกายสูญเสียน้ำมากเช่นนี้ทำให้ปริมาตรโลหิต(Blood-volume) ลดน้อยลง บางครั้งจนถึงขีดอันตราย

อากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงจะมีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร และอุณหภูมิของร่างกาย การที่อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มจากปกติถึง 1.5 องศาฟาเรนไฮต์ จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง อย่างไรก็ตามในขณะพักและขณะออกกำลังในอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง อัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิของทวารหนัก ไม่-สามารถจะชี้ให้เห็นถึงสมรรถภาพของร่างกายในการทำงานในอากาศร้อนได้ถึงแม้ว่าคนที่ออกกำลังจะมีสมรรถภาพดี สามารถทำงานได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิสูงมากกว่าคนที่มีสมรรถภาพทางกายไม่ดีก็ตาม สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายจะถูกจำกัด อัตราการเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิของร่างกายจะสูงกว่าระดับปกติมาก ซึ่งได้มีการทดลองหลายครั้ง แสดงให้เห็นว่าอัตราชีพจรเป็นตัวที่จะชี้ให้เห็นถึงการใช้พลังงานของร่างกายได้ [8]

อุณหภูมิของอากาศนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญข้อหนึ่ง ที่มีผลกระทบกระเทือนต่อ-การฝึกซ้อมมาก เมื่อออกกำลังกายในที่ ๆ มีอุณหภูมิสูงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณของการไหลเวียนโลหิตในกล้ามเนื้อที่ทำงานและปริมาณผิวหนังขึ้น ทำให้หัวใจต้องสูบฉีดโลหิตมากขึ้น อุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้น, ปริมาณของเหงื่อเพิ่มขึ้น, อัตราชีพจรเร็วขึ้น [9]

---

[8] Datta and Ramanathan, "Energy Expenditure in Work Predicted from Heart Rate and Pulmonary Ventilation", Journal of Applied Physiology, 26 : 297-302, 1969.

[9] Lawrence E. Morehouse and Augustus T. Miller, "Training", Physiology of Exercise, (Saint Louis : The C.V. Mosby Company, 1965), p. 215.

แต่ถ้าการออกกำลังกระทำในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ระบบไหลเวียนโลหิตจะต้องทำงานมากขึ้น การทำงานในอากาศแวดล้อมนี้ ร่างกายจะขับเหงื่อออกลำบากขึ้น เพราะเปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายลดลง

เทย์เลอร์ [10] (Taylor) ได้ทำการทดลองให้เห็นว่า ความชื้นมีผลต่อร่างกายมากกว่าความร้อน โดยให้ผู้ถูกทดลองออกกำลัง 60 นาที ในอากาศแวดล้อมต่าง ๆ ปรากฏว่าผู้ถูกทดลองสามารถทำงานในที่มีอุณหภูมิสูงถึง 145 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ 10 เปอร์เซนต์ แต่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 90 เปอร์เซนต์ เขาสามารถอยู่ในอุณหภูมิที่สูงเพียง 104 องศาฟาเรนไฮต์เท่านั้น คนที่เคยชินกับอากาศแวดล้อมแบบร้อนชื้น สมรรถภาพในการทำงานจะลดลงได้เนื่องจากหลาย ๆ สาเหตุด้วยกันคือ ดื่มน้ำน้อย สมรรถภาพของร่างกายไม่ดี ร่างกายขาดการพักผ่อน เครื่องแต่งกายหรืออุปกรณ์เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังหรือการทำงาน หรือก่อนออกกำลังดื่มเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ การออกกำลังเป็นระยะเวลานานเกินควร ซึ่งการออกกำลังในอากาศแวดล้อมดังกล่าว ถ้าได้ดื่มน้ำที่มีเกลือผสมอยู่ จะทำให้การออกกำลังมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น [11]

ในการออกกำลังในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง อัตราชีพจรและอัตราการ

---

10 C.L. Taylor, "Heat Tolerance for Short Exposure," Fed.Proc., 4 : 70, 1945.

11 Karpovich, op.cit., p. 252.

หายใจเพิ่มขึ้นเร็วไปตามอุณหภูมิและความชื้นที่สูงขึ้น [12] ศาสตราจารย์ นายแพทย์อวย เกตุสิงห์ และคณะ [13] ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร ความดันโลหิต และน้ำหนักตัว ในการออกกำลังถีบจักรยานวัดงานของนักศึกษาชาย 6 คน เป็นเวลา 6 นาที ในอากาศร้อนชื้นครั้งหนึ่ง และร้อนแห้งอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าอัตราชีพจร และความดันโลหิตระหว่างการออกกำลังในอุณหภูมิทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การฟื้นตัวในอากาศร้อนชื้นช้ากว่าในอากาศร้อนแห้ง ข้อพบนี้อาจจะมีความสำคัญเกี่ยวกับการออกกำลัง (และการทำงาน) ในอากาศร้อนชื้นเช่นในประเทศเรา

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ.1962 บรูฮา และ แมกซ์ฟิลด์ [14] (Brouha L. and Maxfield M.E.) ได้ศึกษาเกี่ยวกับภาวะความเครียดในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้องออกแรงโดยทำงานในอุณหภูมิร้อน และการฟื้นตัวหลังการออกกำลังทำงานในอุณหภูมินั้น ๆ โดยทดลองในห้องชีวอากาศ ผู้ถูกทดลอง ชาย 1 คน หญิง 1 คน ให้

---

12 รัชนี ขวัญบุญจัน, "การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิต และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, 2513).

13 Ouay Ketusinh and others, "Changes in Pulse Rate, Blood Pressure and Body Weight as Results of Exercise in Hot-dry and Hot-humid Environment," (Bangkok : Sports Science Centre, 1970).

14 Brouha, L., and Maxfield, M.E., "Practical Evaluation of Strain in muscular work and Heart Exposure by Heart Rate Recovery Cures," Research Abstract, (Vol.35 No.1, 1966), p. 87.

ถีบจักรยานวัดงาน พบว่าในการทำงานที่อุณหภูมิสูงปริมาตรออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไปจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น ส่วนการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการทำงาน อุณหภูมิของอากาศไม่สามารถที่จะชี้บอกได้ชัดเจนว่ากล้ามเนื้อที่ถูกใช้งานในภาวะเช่นนั้นจะทำให้กล้ามเนื้อมีความเครียดในการทำงานของกล้ามเนื้อ

ในปีเดียวกัน เอ็ดโฮล์ม และคณะ [15] (Edholm, O.G. and Others) ได้ศึกษาถึงผลจากการทำงานที่อากาศเย็นและอากาศร้อน ที่มีต่ออัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิกาย ในการทดลองนี้ได้แบ่งผู้ถูกทดลองเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกออกกำลังกายที่อากาศเย็น อีกกลุ่มในที่อากาศร้อน เปรียบเทียบกัน จากการศึกษาพบว่าในที่อากาศเย็นอัตราการเต้นของชีพจร อุณหภูมิกายขึ้นช้า แต่กลับสู่ปกติได้เร็วกว่าการออกกำลังทำงานในที่ร้อน ทั้ง ๆ ที่ในขณะออกกำลังอยู่นั้นอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิกายสูงขึ้น สำหรับการออกกำลังทำงานในอากาศร้อนอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิกายของผู้ถูกทดลองในขณะทำงานจะขึ้นเร็วและสูง และกลับสู่สภาพปกติหลังจากได้พักช้ากว่าการทำงานในที่อากาศเย็น และพบว่าอัตราการเต้นของชีพจร อุณหภูมิกายที่ลดลงสัมพันธ์กัน แต่อัตราการเต้นของชีพจรจะลดลงช้ากว่าอุณหภูมิกาย

ในปี 1963 บรูฮา และคณะ [16] (Brouha and others) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจรและการใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังในอากาศร้อนพบว่า

---

15 O.G. Edholm, and Others, "Effect of Work in Cool and Hot Conditions on Pulse Rate and Body Temperature," The Research Quarterly, (Vol.35 No.1, 1964), p. 545.

16 Brouha, L. and others, "Discrepancy between heart rate and oxygen consumtion during work in the warmth," The Research Quarterly, 1964, pp. 1096-1098.

โดยทั่วไปการใช้ออกซิเจนในภาวะอากาศแวดล้อมต่าง ๆ เท่ากัน การทำงานในอากาศร้อนอัตราชีพจรไม่สามารถขึ้นถึงภาวะคงตัว (Steady state) แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่การใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับคงที่ แสดงให้เห็นว่าการทำงานในที่ร้อน อัตราชีพจรจะแสดงให้เห็นผลต่างได้ดีกว่าการใช้ออกวิเจน

ในปี 1970 วิลเลี่ยม ดี แมคอาเดิล และคณะ [17] (William D. McArdle and others) ได้ศึกษาถึงสมรรถวิสัยการทำงานโดยใช้ออกซิเจน อัตราเต้นของหัวใจ และพลังงานที่ใช้โดยประมาณขณะทำการแข่งขันบาสเกตบอลหญิง 6 คน โดยใช้เครื่องวัดอัตราเต้นของหัวใจ ซึ่งจะวัดเมื่อแข่งขัน 1 ใน 4 ของเกมส์ และพลังงานที่ใช้ไปโดยประมาณได้จากอัตราเต้นของหัวใจ โดยไปเทียบกับเส้นโค้งของอัตราการใช้ออกซิเจนในห้องทดลอง เนื่องจากกติกาบาสเกตบอลหญิงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ จึงทำการวัดทั้งการเล่นแบบ 5 คน และ 6 คน การเปลี่ยนแปลงทางสมรรถวิสัยโดยใช้ออกซิเจนตลอดฤดูการแข่งขัน เพื่อทดสอบหาสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจน สรุปได้ว่า

1. การเปลี่ยนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ปริมาตรออกซิเจนที่ใช้สูงสุด (Max VO_2) อัตราเต้นของหัวใจตลอดฤดูการแข่งขันบาสเกตบอลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. ภายใต้สภาพการเล่นจริง ๆ อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ย 154 ครั้งต่อนาทีสำหรับการ์ด การเล่นแบบ 6 คน ถึง 195 ครั้งต่อนาทีสำหรับกองหน้า

---

17 William D. McArdle and others, "Aerobic capacity, Heart Rate, and Estimated Energy Cost During Women's Competitive Basketball," The Research Quarterly, 1971, pp. 178-186.

3. ออกซิเจนที่ใช้เฉลี่ยในระหว่างการแข่งขันประมาณได้ว่า 1.48 ถึง 2.44 ลิตรออกซิเจนต่อนาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเป็นพลังงานแคลอรี่แล้วจะได้ 7.1 ถึง 11.8 แคลอรี่ต่อนาที.

ในปีการศึกษา 2513 รัชนี ขวัญบุญจัน [18] ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิต และการหายใจในขณะออกกำลัง และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ในการออกกำลังในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ กัน เมื่ออุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น อัตราการหายใจและความดันโลหิตก่อนทำการทดลองต่างกัน เพียงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราชีพจรเต้นเร็วขึ้น ในขณะออกกำลังกาย อัตราชีพจรและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเร็วไปตามอุณหภูมิและความชื้นในอากาศเย็น ร้อน–แห้ง และร้อนชื้นตามลำดับ ในระยะฟื้นตัว (6 นาที) อัตราการหายใจลดลงโดยไม่แตกต่างกันในทั้งสามอุณหภูมิ แต่ในอากาศร้อนชื้น อัตราชีพจรลดลงช้าที่สุด อากาศร้อนแห้งลดลงเร็วกว่า และในอากาศเย็นลดลงเร็วที่สุดในนาทีที่ 1 ของระยะฟื้นตัว ความดันโลหิตและอัตราชีพจรลดลงเร็วที่สุดในอากาศเย็นและช้าที่สุดในอากาศร้อนชื้น ในระยะฟื้นตัวในนาทีที่ 6 และนาทีที่ 12 อัตราชีพจรไม่แตกต่างกันทั้งสามภาวะ ระยะออกกำลังและระยะฟื้นตัวในอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง เหงื่อออกมากกว่าในระยะเหมือนกันในอากาศเย็น และในอากาศร้อนแห้ง

ในปี 2514 สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์ [19] ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนขณะออกกำลังตามวิธีของออสตรานด์ กับวิธีวิเคราะห์

---

[18] รัชนี ขวัญบุญจัน, เรื่องเดียวกัน.

[19] สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์, "การเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนขณะออกกำลังกายตามวิธีของออสตรานด์ กับวิธีวิเคราะห์อากาศหายใจ" (วิทยานิพนธ์กรุศาสตรมหาบัณฑิต, 2514).

อากาศหายใจ เพื่อที่จะศึกษาผลการวัดการจับออกซิเจนของร่างกายขณะออกกำลังซึ่งคำนวณได้ตามหลักเกณฑ์ของออสตรานด์ เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจซึ่งเก็บไว้ในขณะออกกำลัง เมื่อทำงานในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ผลการวิจัยปรากฏว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายที่อุณหภูมิ 20 องศาเซนติเกรด กับ 30 องศาเซนติเกรด ต่างกันเพียงเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซนติเกรด สมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ค่าการใช้ออกซิเจนจากผลการออกกำลังที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซนติเกรด กับ 40 องศาเซนติเกรด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการของออสตรานด์ อาจไม่เหมาะกับการทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพการจับออกซิ-เจนของร่างกายในอุณหภูมิ 40 องศาเซนติเกรด แต่อาจใช้ได้กับการทดสอบในอุณห-ภูมิ 20 องศาเซนติเกรด ถึง 30 องศาเซนติเกรด

ในปีการศึกษา 2515 เทพวาณี สมะพันธ์ [20] ได้ทำการวิจัยเรื่องอิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพออกซิเจนระหว่างการออกกำลัง โดยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาอิทธิพลของอากาศแวดล้อมและเครื่องแต่งกายต่อสมรรถภาพออกซิเจนในขณะออกกำลัง ผลการทดสอบพบว่า อากาศปกติ (28องศาเซนติเกรด) เป็นอากาศที่เหมาะสำหรับการออกกำลังมาก ช่วยทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานกว่า ได้ปริมาณงานมากกว่า และมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงกว่าในอากาศ-ร้อน (40 องศาเซนติเกรด) และในทำนองเดียวกัน อากาศที่มีความชื้นสัมพันธ์ปกติ (65 เปอร์เซนต์) ก็เป็นอากาศที่เหมาะกับการออกกำลัง ช่วยให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานกว่า ได้ปริมาณงานมากกว่า และมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงกว่า

---

[20] เทพวาณี สมะพันธุ, "อิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกาย ที่มีต่อสมรรถ-ภาพออกซิเจนระหว่างออกกำลัง" (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, 2515).

อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (80 เปอร์เซนต์) และเครื่องแต่งกายแบบเปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าแบบปิดเกือบทุกสภาพอากาศแวดล้อม เว้นแต่ในอากาศร้อนชื้น เครื่องแต่งกายแบบปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าเล็กน้อย สำหรับสมรรถภาพออกซิเจน เครื่องแต่งกายไม่มีอิทธิพลแต่ประการใด

ในปี พ.ศ.2516 จากการทดลองของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา [21] ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของอากาศแวดล้อมต่อสมรรถภาพการทำงาน โดยให้ผู้ถูกทดลองถีบจักรยานวัดงานในห้องชีวอากาศที่ปรับอุณหภูมิได้ สรุปผลได้ดังนี้

1. อิทธิพลของความร้อนและความชื้นเปรียบเทียบกันกับ การออกกำลังในอากาศเย็นแห้ง (20 องศาเซนติเกรด ความชื้น 40 เปอร์เซนต์) ในการทำงานในอากาศร้อนชื้น (40 องศาเซนติเกรด ความชื้น 80 เปอร์เซนต์) สมรรถภาพการทำงานลดลง 30 เปอร์เซนต์ ถึง 36 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าทำงานในอากาศร้อนแห้ง (40 องศาเซนติเกรด ความชื้น 45 เปอร์เซนต์) สมรรถภาพการทำงานจะลดลงเพียง 13 เปอร์เซนต์ ถึง 19 เปอร์เซนต์ เท่านั้น

2. สมรรถภาพการทำงานในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน แต่ความชื้นคงที่(55 เปอร์เซนต์ แห้ง) ในอุณหภูมิ 20 องศาเซนติเกรด ถึง 30 องศาเซนติเกรด สมรรถภาพการทำงานเกือบเท่ากัน แต่เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซนติเกรด สมรรถภาพการทำงานลดลงอย่างรวดเร็วต่างจากในตอนแรก สมรรถภาพการทำงานระหว่างอุณหภูมิ 20 องศาเซนติเกรด กับ 30 องศาเซนติเกรด ต่างกัน 5 เปอร์เซนต์ แต่ระหว่าง 30 องศาเซนติเกรด ถึง 40 องศาเซนติเกรด ต่างกันถึง 15 เปอร์เซนต์

21

Ouay Ketusinh and others, "Influence of Environment Temperature on Oxygen Uptake Capacity," (Bangkok : Sport Science Center, 1973).

ซึ่งเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซนติเกรด ถึง 40 องศาเซนติเกรด ในอากาศแห้ง สมรรถภาพการทำงานลดลง 20 เปอร์เซนต์ ซึ่งตรงกับในข้อ (1) ฉะนั้นอุณหภูมิวิกฤติสำหรับการออกกำลังในอากาศร้อน จึงอยู่ระหว่าง 30 องศาเซนติเกรด กับ 35 องศาเซนติเกรด

3. สมรรถภาพการทำงานในอากาศชื้นต่าง ๆ กัน แต่อุณหภูมิคงที่ พบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซนติเกรด ความชื้นของอากาศไม่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการทำงาน แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซนติเกรด ความชื้นตั้งแต่ 60 เปอร์เซนขึ้นไป ทำให้สมรรถภาพการทำงานลดลง และลดต่ำมากอย่างรวดเร็วเมื่อความชื้นสูงขึ้นไปเกิน 60 เปอร์เซนต์

ผลการวิจัยทั้ง 3 ข้อดังกล่าวแสดงว่า อากาศร้อนและความชื้นเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน โดยมีอิทธิพลต่อกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากร่างกาย

ในปี 2516 ประพัฒน์ ลักษณพิสุทธิ์ [22] ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบการใช้ออกซิเจนของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้ง และร้อนชื้น โดยมีความมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจน ของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้ง (อุณหภูมิ 40 องศาเซนติเกรด ความชื้นสัมพัทธ์ 55 %) และในอากาศร้อนชื้น (อุณหภูมิ 40 องศาเซนติเกรด ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซนต์) ผลปรากฏว่า ปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาอื่น ๆ ปรากฏว่า ในการออกกำลังในอากาศร้อนชื้น อัตราการเต้นของชีพจร อุณหภูมิทวารหนัก และน้ำหนักตัวที่ลดลงมากกว่า แต่สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ต่ำกว่าขณะ

---

22 ประพัฒน์ ลักษณพิสุทธิ์, "การเปรียบเทียบการใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, 2516).

ออกกำลังในอากาศร้อนแห้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สรุปได้ว่าในการออกกำลังหนักปานกลางเป็นเวลา 9 นาที ในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น ปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายไม่แตกต่างกัน แต่อัตราการเต้นของชีพจร อุณหภูมิทวารหนัก การลดของน้ำหนักตัว(ปริมาณการหลั่งเหงื่อ) แสดงว่าในอากาศร้อนชื้นผู้ออกกำลังมีความเหน็ดเหนื่อยมากกว่า และมีสมรรถภาพในการทำงานน้อยกว่าในอากาศร้อนแห้ง

ศาสตราจารย์ นายแพทย์อวย เกตุสิงห์ และคณะ [23] ได้ทำการศึกษาสมรรถภาพการทำงานในเขตร้อน (Tropical climate) กำหนดให้ทำงาน 3 ประเภท คือ งานหนักปานกลาง หนักมากขึ้น และหนักที่สุด โดยการถีบจักรยานวัดงานในสภาพอากาศแวดล้อม 3 ลักษณะ ได้แก่ อากาศเย็นและแห้ง (20 องศาเซนติเกรด ความชื้น 45 เปอร์เซนต์), อากาศร้อนและแห้ง (40 องศาเซนติเกรด ความชื้น 45 เปอร์เซนต์), อากาศร้อนและชื้น (40 องศาเซนติเกรด, ความชื้น 80 เปอร์เซนต์) ผลการศึกษามีข้อสรุปที่น่าสนใจคือ

1. สำหรับงานหนักปานกลาง (medium work) สมรรถภาพการทำงานในอากาศทั้งสามประเภทต่างกันน้อยมาก อิทธิพลของอากาศต่างกันสำหรับความหนักของงาน งานที่เบาอาจทำให้สภาพของอากาศไม่มีอิทธิพลเลย

2. งานที่มากที่สุดและเกือบมากที่สุด (maximal and submaximal load) ปรากฏผลต่างอย่างเห็นได้ชัดในอากาศเย็นแห้ง งานที่หนักที่สุด สมรรถภาพในการงานลดลงร้อยละ 19 ในอากาศร้อนแห้ง และร้อยละ 36 ในอากาศร้อนชื้น และสำหรับงานที่หนักเกือบมากที่สุดลดลงร้อยละ 13 และ 30 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอากาศร้อนชื้น สมรรถภาพในการทำงานลดลงประมาณ 2 เท่าเมื่อเทียบกับอากาศ

---

[23] Ouay Ketusinh and others, "Ergometry In Tropical Climate," Internationales Seminar Fur Ergometries, (Berlin : 1972), pp.34-40.

ร้อนแห้ง และสำหรับงานที่หนักขึ้น ผลก็ปรากฏชัดเจนด้วย

3. ระยะฟื้นตัวให้ผลในแนวเดียวกับที่กล่าวข้างต้นในอากาศเย็นแห้ง หลังจากการออกกำลังอย่างมากที่สุด (maximal work) การฟื้นตัวในอากาศร้อนชื้นจะช้ากว่าถึงร้อยละ 125 และร้อยละ 25 ในอากาศร้อนแห้ง และในการทำงานหนักเกือบที่สุด (submaximal work) ระยะเวลาสำหรับการฟื้นตัวจะเท่ากับร้อยละ – 150 และร้อยละ 75 ตามลำดับ (ระยะการฟื้นตัววัดจากระยะที่หยุดออกกำลังจนกระทั่งอัตราชีพจรเท่าชีพจรปกติ) ผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการระบายความร้อนในการฟื้นตัว

4. สิ่งที่น่าสนใจ คือการศึกษาอัตราเต้นของชีพจร อุณหภูมิกาย และการระบายลมของปอดพร้อม ๆ กัน ปรากฏว่าในระยะหลังของการฟื้นตัวนั้น อัตราชีพจรขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกายอย่างแท้จริง ในการทดลองทุกครั้งชีพจรระหว่างหยุดออกกำลังและการกลับไปสู่อัตราชีพจร"ปกติ" และอุณหภูมิกายปกติ จะอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งใช้เวลานานกว่าการระบายลมของปอด นอกจากนั้นระยะเวลาที่จำเป็นเพื่อการ–หายใจจะกลับสู่ภาวะปกติ ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาที่จำเป็นสำหรับการระบายออก–ซิเจนเหมือนกันหมดทุกสภาพอากาศ แต่การกลับสู่อัตราชีพจรปกติ และอุณหภูมิกายปกติต่างกันในทุกสภาพอากาศ คือ สั้นที่สุดในอากาศเย็นแห้ง และนานที่สุดสำหรับอากาศร้อนชื้น

001929

จากผลการศึกษานี้ ทำให้เชื่อได้ว่าในการทำงานนั้นเมื่อมีการเกิดหนี้ออกซิ–เจน (Oxygen debt) ก็มีการเกิดหนี้ความร้อน (heat debt) ซึ่งมีอิทธิพลต่อความอดทน (endurance) และการฟื้นตัว (recovery) การหมุนเวียนของโลหิตมิได้มีหน้าที่เพียงแต่จะเผาผลาญเท่านั้น หากแต่ต้องระบายความร้อนซึ่งมีอิทธิพลต่อร่างกายนานมาก โดยเฉพาะในอากาศร้อนชื้น

ต่อมาในการทดลองครั้งที่ 2 เพื่อที่จะหาวิธีแก้ปัญหาที่พบจากการศึกษาสมรรถภาพการทำงานที่ให้ผลต่ำในเขตร้อน ซึ่งสาเหตุมาจากการเกิดหนี้ความร้อน (Heat debt) โดยใช้หลักการหลายวิธีที่อาจนำมาใช้การระบายความร้อน และเพื่อที่จะ

พิสูจน์ประโยชน์แต่ละวิธีของการทดลอง ใช้ผู้ถูกทดลอง 5 คนยังไม่เคยได้รับการฝึกมาก่อน ออกกำลังโดยถีบจักรยานวัดงาน โดยคอย ๆ เพิ่มน้ำหนักของงานจาก 2 เป็น $3\frac{1}{2}$ กิโลปอนด์ ทุก 2 นาที ในสภาพอากาศที่ต่างกัน 9 ลักษณะ ผลการทดลองมีดังนี้ คือ

สมรรถภาพการจับออกซิเจน (oxygen uptake capacity) ของผู้ถูกทดลองในอากาศอบอุ่น (22°C. 80% R.H.) และในอากาศร้อนแห้ง (35°C. 50%R.H.) และร้อนชื้น (35°C. 80% R.H.) ได้ค่าเฉลี่ย 51, 42 และ 35 มล./กก./นาที ตามลำดับ ของการทำงานที่สม่ำเสมอกัน คือประมาณ $2\frac{1}{2}$ หรือ 3 กิโลปอนด์ จะเห็นได้ว่าอากาศร้อนแห้งสมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงร้อยละ 16 และอากาศร้อนชื้นลดลงร้อยละ 31 ผลที่ได้มานี้ตรงกับผลที่ได้จากการปฏิบัติงานเกือบหนักที่สุดในการทดลองชุดแรก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอากาศร้อนแห้งและอากาศร้อนชื้น ทำให้สมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงร้อยละ 13 และ 30 ตามลำดับ

จากการทดลองครั้งที่สองนี้ แสดงให้เห็นว่า ผลกระทบกระเทือนซึ่งเกิดจากความร้อนและความชื้นนั้นมีจริง และสามารถจัดได้ อากาศร้อนแห้งอาจมีผลทำให้สมรรถภาพในการทำงานของบุคคลซึ่งอยู่ในอากาศที่ปรับแล้ว แต่มิได้รับการฝึกลดลงประมาณร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับอากาศอบอุ่น และในขณะเดียวกันอากาศร้อนชื้นก็ทำให้สมรรถภาพการทำงานลดลงร้อยละ 30 ด้วย

เป็นที่ทราบกันดีว่า อากาศร้อนและความชื้น มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการทำงาน (และการออกกำลังกาย) โดยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการถ่ายเทความร้อน จากร่างกาย ด้วยความสนใจและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาอิทธิพลของอากาศร้อน (40 องศาเซลเซียส) และอากาศเย็น (19 องศาเซลเซียส) โดยมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากันคือ ร้อยละ 70 ถึง ร้อยละ 80 ต่อสมรรถภาพทางการงานของผู้หญิงที่ศึกษาโดยวิธีเออร์โกรมิตรีย์ ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในอากาศปกติ ซึ่งจัดเป็นอากาศธรรมชาติในการปฏิบัติงาน คือ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 80 เพื่อเสนอข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและการทดสอบเพื่อเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม โดยเฉพาะการวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถภาพการทำงานของหญิง ซึ่งยังไม่มีผู้ใดในประเทศไทยทำการทดลองมาก่อนเลย และการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางขั้นพื้นฐานของการวิจัยเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาของการออกกำลังของหญิงต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาอิทธิพลของอากาศร้อน (40 องศาเซลเซียส) และอากาศเย็น(19 องศาเซลเซียส) มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 80 ต่อสมรรถภาพทางการงานของผู้หญิงที่ศึกษาโดยวิธีเออร์โกรมิตรีย์ มีความมุ่งหมายเฉพาะคือ

1. เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของชีพจรขณะออกกำลังในอากาศแวดล้อมต่างกัน แต่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและปริมาณงานเท่ากัน

2. เพื่อศึกษาสมรรถภาพทางกายในการทำงานของหญิง ในภาวะอากาศแวดล้อมต่างกัน

3. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนของร่างกาย ในภาวะอากาศแวดล้อมดังกล่าว

สมมุติฐานของการวิจัย

ผู้ที่จะมีสมรรถภาพทางกายดี จำเป็นจะต้องเป็นผู้มีความสามารถควบคุมตัวเองได้ดี และรวมถึงความสามารถอื่น ๆ ที่ร่างกายปฏิบัติต่องาน หรือภาระกิจหนัก ๆ ได้เป็นเวลานาน โดยไม่เกิดความเหน็ดเหนื่อยเสียก่อนกำหนด เช่น มีความแข็งแรง ความทนทาน และพลัง เป็นต้น จะเห็นว่าในการออกกำลังกาย [24] พบว่าใน

---

[24] Karpovich, op.cit., p. 167.

ระหว่างการออกกำลังมีการเปลี่ยนแปลงในระบบการไหลเวียนเลือดและระบบหายใจมากขึ้น โดยทั่ว ๆ ไป อัตราชีพจรขณะพักของคนปกติประมาณ 72 ครั้งต่อนาที แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามวันเวลาและสิ่งแวดล้อม ชนิดของการออกกำลังกายก็มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของอัตราชีพจรด้วย ดังนั้นในการวิจัยจึงตั้งสมมุติฐานดังนี้

1. ในการทำงานปริมาณเท่ากัน สภาพอากาศแวดล้อมต่างกัน คือ อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส, 28 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส อัตราชีพจรจะมากที่สุดในอากาศร้อน (40 องศาเซลเซียส) น้อยที่สุดในอากาศเย็น (19 องศาเซลเซียส) และปานกลางในอากาศปกติ (28 องศาเซลเซียส) เมื่อความชื้นสัมพัทธ์คงที่

2. ในการทำงานปริมาณเท่ากัน สภาพอากาศแวดล้อมต่างกัน คือ อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส, 28 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส สมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนย่อมแตกต่างกันไปในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิคืออากาศเย็น (19 องศาเซลเซียส) สมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนจะมากที่สุด น้อยที่สุดในอากาศร้อน (40 องศาเซลเซียส) และปานกลางในอากาศปกติ (28 องศาเซลเซียส) เมื่อความชื้นสัมพัทธ์คงที่

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้กระทำการทดลองในสภาพอากาศแวดล้อมต่างกันคือ อากาศร้อน (40 องศาเซลเซียส) อากาศปกติ (28 องศาเซลเซียส) และอากาศเย็น (19 องศาเซลเซียส) โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 80 ทุกสภาพอากาศ

2. ผู้ถูกทดลอง (Subject) เป็นนิสิตหญิงชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา ตั้งอยู่ใกล้ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้วิจัยจึงสามารถดูแลได้ตลอดการทดลอง นิสิตเหล่านี้มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ ได้รับการฝึกทักษะน้อย และไม่เป็นนักกีฬา อายุเฉลี่ย 19 ปี 5 เดือน ความสูงเฉลี่ย 155.98 เซ็นติเมตรและน้ำหนักเฉลี่ย 51.54 กิโลกรัม จำนวน 20 คน

3. ในการวิจัยนี้ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตเฉพาะในด้านอัตราชีพจรขณะออกกำลังกายในอากาศแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาศึกษาต่อไป

4. การทดลอง ผู้ถูกทดลองจะต้องเข้ารับการทดลองคนละ 3 ครั้ง ทำการทดลองในห้องชีวอากาศที่ปรับอุณหภูมิและความชื้นได้ สำหรับอากาศร้อน (40 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 75 ± 5) อากาศปกติ (28 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 75 ± 5) และอากาศเย็น (19 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 75±5) ในการทดลองแต่ละอากาศแวดล้อม ปริมาณงานจะเท่าเดิม โดยทำการทดลองทุกวัน ผู้ถูกทดลองคนหนึ่ง ๆ ทำการทดลองได้ 1 อย่าง ระหว่างเวลา 13.00 ถึง 15.00 นาฬิกา

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. การเลือกผู้ทดสอบ เลือกจากนิสิตหญิงชั้นปีที่ 1 ซึ่งได้รับการฝึกมาน้อย และไม่ได้เป็นนักกีฬา มีอายุใกล้เคียงกัน คือ 18 ถึง 20 ปี

2. ทำการทดสอบขั้นต้น (Pre - test) เพื่อหาปริมาณงานที่เหมาะสม ในการถีบจักรยานวัดงาน และการทำงานของแต่ละคนในการทดลองแต่ละครั้ง ปริมาณงานต้องเท่าเดิม

3. ทำการทดลองในห้องชีวอากาศ ซึ่งปรับอุณหภูมิและความชื้นได้

4. การตรวจนับอัตราเต้นของชีพจรในขณะพักก่อนการทดลอง ทุกคนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เพราะเป็นอัตราชีพจรของคนปกติ

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้กระทำการทดลองติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผู้เข้าทดสอบอาจมีการเปลี่ยนแปลงในด้านสุขภาพ การรับประทานอาหาร การพักผ่อนและอารมณ์ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจมีผลต่อการทดลองทั้งสิ้น และอาจจะทำให้ผล

ที่ได้จากการทดลองคลาดเคลื่อน สิ่งเหล่านี้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้

2. ระหว่างการทดสอบ ผู้ทดสอบแต่ละคนที่ได้คัดเลือกไว้แล้วอาจจะไปร่วมกิจกรรมอื่น ๆ บ้าง ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถจะควบคุมได้

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. จากการวิจัยนี้จะทำให้ทราบถึงสมรรถภาพในการทำงานของหญิง และการที่สมรรถภาพเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศแวดล้อม

2. ผลของการวิจัยจะทำให้ทราบถึงสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนของร่างกายในอากาศแวดล้อมแตกต่างกัน

3. ผลรวมของการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางขั้นพื้นฐานของการวิจัยเรื่องอื่น ๆที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาของการออกกำลังกายของหญิงต่อไป

4. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ไปประยุกต์ให้เหมาะสมในการฝึก-ซ้อมกีฬาของเพศหญิง

5. ผลของการวิจัยจะทำให้ทราบว่าสมรรถภาพในการทำงานของหญิง แตกต่างจากชายอย่างไร

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer)

หมายถึงจักรยานที่ใช้ถีบอยู่กับที่ โดยมีน้ำหนักถ่วงให้ฝืดโดยสายพานรอบล้อ ใช้สำหรับออกกำลังเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจและคำนวณปริมาณงานที่กระทำได้.

ภาวะคงตัว (Steady state)

หมายถึง ระยะเวลาที่การออกกำลังกายคงที่, การจับออกซิเจนคงที่, การใช้ออกซิเจนคงที่ ความต้องการออกซิเจนของร่างกายคงที่, และหนี้ออกซิเจนก็คงที่ด้วย ซึ่งตรวจทราบได้ด้วยการนับอัตราชีพจรขณะออกกำลังกาย.

สมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจน (Maximum oxygen uptake)

หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะจับออกซิเจนไปใช้ในระหว่างการออกกำลัง.

ปริมาณงาน (Work load)

หมายถึง ความหนัก (Intensity) ของงานคิดเป็นกิโลปอนด์(kp.) และ กิโลกรัมเมตรต่อนาที 1 กิโลปอนด์ เท่ากับแรงที่กระทำต่อมวลหนัก 1 กิโลกรัมที่ความเร่งปกติ ของแรงดึงดูดของโลก (Acceleration of gravity).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย