หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิกายที่มีต่อความสามารถในการทำงาน ทำการทดลองโดยใช้นิสิตชายที่มีสมรรถภาพทางกายดี จากแผนกวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 9 คน ออกกำลังโดยขี่จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) ในห้องที่มีอุณหภูมิแวดล้อมปกติ จนหมดแรง 2 ครั้งคือ เมื่ออุณหภูมิกายปกติครั้งหนึ่ง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิกายของผู้ถูกทดลองให้สูงกว่าปกติ (0.63° ซ.) ก่อนออกกำลังอีกครั้งหนึ่ง วัดอัตราชีพจร อุณหภูมิทวารหนัก บริมาตรอากาศหายใจ ปริมาณงาน และน้ำหนักตัว ก่อนออกกำลัง ขณะออกกำลัง และหลังจากออกกำลังกายแล้ว นำข้อมูลมาศึกษาโดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการทดสอบค่า "ที"

ข้อค้นพบ

ก) ก่อนออกกำลัง เมื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของร่างกาย ก่อนและหลังการทำให้อุณหภูมิกายเพิ่มขึ้น ปรากฏว่า

1. อัตราชีพจรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. อุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. บริมาตรอากาศหายใจไม่มีการเปลี่ยนแปลง
4. น้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข) ขณะออกกำลัง เมื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลง และความสามารถของร่างกายในขณะออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายปกติ และเมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ (0.5° ซ.) ปรากฏว่า

1. ปริมาณงานที่ทำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. อัตราชีพจรสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. บริมาตรอากาศหายใจ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. อุณหภูมิทวารหนักที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. น้ำหนักตัวที่ลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค) ระยะคืนสู่สภาพปกติ

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของร่างกายในด้านต่าง ๆ หลังออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายปกติ และเมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ (0.5° ซ.) ปรากฏว่า

1. ระยะเวลาที่อัตราชีพจรคืนสู่สภาพปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ระยะเวลาที่อุณหภูมิทวารหนักคืนสู่สภาพปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ภายหลังการออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ (0.5° ซ.) ใช้เวลาคืนสู่สภาพปกติมากกว่า การออกกำลังเมื่ออุณหภูมิกายปกติ

3. ระยะเวลาที่บริมาตรอากาศหายใจคืนสู่สภาพปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร อุณหภูมิทวารหนัก และบริมาตรอากาศหายใจ ภายในสภาพการทำงานทั้ง 2 สภาวะ ปรากฏว่า

เมื่อทำงานในสภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิปกติ

1. ระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจรและอุณหภูมิทวารหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร และอุณหภูมิทวารหนักใช้เวลามากกว่าการคืนสู่สภาพปกติของบริมาตรอากาศหายใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อทำงานในสภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (0.5° ซ.)

1. ระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร และอุณหภูมิทวารหนักใช้เวลามากกว่าการคืนสู่สภาพปกติของบริมาตรอากาศหายใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร ใช้เวลามากกว่าการคืนสู่สภาพปกติของอุณหภูมิทวารหนัก (ที่อุณหภูมิก่อนออกกำลัง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร ใช้เวลาน้อยกว่าการคืนสู่สภาพปกติของอุณหภูมิทวารหนัก (ที่อุณหภูมิก่อน เพิ่มอุณหภูมิ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่อาจแสดงว่า การทำงานโดยมีอุณหภูมิกายสูงกว่าปกติเล็กน้อย (0.5° ซ.) มีอิทธิพลชัดเจนอย่างไรต่อความสามารถในการทำงาน เพราะผลที่ได้นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เข้าใจว่าความไม่ชัดเจนนี้เกิดจากการที่เราไม่สามารถจะทำให้อุณหภูมิกายก่อนการออกกำลังเพิ่มขึ้นมากพอ เนื่องด้วยมีความจำกัดหลายประการ เช่น ความสมัครใจ และความปลอดภัยของผู้ถูกทดลอง เป็นต้น

2. ในการออกกำลังกายในปริมาณเท่า ๆ กันโดยมีอุณหภูมิกายสูงขึ้นกว่าปกติแม้เพียง 0.5° ซ. ร่างกายต้องการเวลาสำหรับการกลับคืนสู่สภาพปกตินานกว่าเมื่ออุณหภูมิกายปกติเล็กน้อย ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงว่าไม่สำคัญ

3. ร่างกายจะมีอุณหภูมิปกติ หรือสูงกว่าปกติก็ตาม หลังจากการออกกำลังกายหนักเช่นที่เราใช้ในการทดลองนี้ บริมาตรอากาศหายใจจะกลับคืนสู่ระดับปกติเร็วกว่าอัตราชีพจร และอุณหภูมิทวารหนัก

4. การกลับคืนสู่ระดับปกติของอัตราชีพจร และของอุณหภูมิทวารหนักดำเนินควบคู่กันไปเกือบเป็นเส้นขนาน ทั้งในเมื่อออกกำลังโดยมีอุณหภูมิกายปกติ และเมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติเล็กน้อย (0.5° ซ.) เมื่อตั้งต้น

5. หลังจากการทำงานทั้งสองภาวะ อัตราชีพจรและอุณหภูมิทวารหนักกลับคืนสู่ระดับปกติในเวลาไล่เลี่ยกัน

6. ความเหนื่อยที่ยังเหลืออยู่หลังจากการใช้หนี้ออกซิเจนหมดไปแล้ว (บริมาตรอากาศหายใจเป็นปกติ) ซึ่งแสดงออกทางอัตราชีพจร เป็นผลของการที่ยังมีความร้อนคั่งค้างอยู่ในร่างกาย (หนี้ความร้อน)

7. ผลส่วนใหญ่สนับสนุนข้อค้นพบที่ได้มีผู้เผยแพร่ไว้แล้ว

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกายจากการทดลอง

ก) ก่อนออกกำลัง ในสภาพการทดลอง เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ ผู้ถูกทดลองจะได้รับการทำให้อุณหภูมิในร่างกายเพิ่มขึ้น ดังนั้นขณะที่ผู้ถูกทดลองอยู่ใน

ห้องที่มีอุณหภูมิสูงถึง 50° ซ. ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิของร่างกาย ทำให้ร่างกายได้รับความร้อนจากการแผ่รังสี เลือดที่ไหลผ่านผิวหนังจะนำความร้อนจากผิวหนังไปทั่วร่างกาย ทำให้อุณหภูมิกายเพิ่มขึ้น[1] จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิทวารหนักสูงขึ้น (อย่างมีนัยสำคัญ) ถึง 0.63° ซ. (37.29° ซ. กับ 37.92° ซ.) การเพิ่มอุณหภูมิกายก่อนการออกกำลังสำหรับกลุ่มอุณหภูมิกายสูงกว่าปกติของการวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำการวิจัยสามารถเพิ่มอุณหภูมิให้ผู้ถูกทดลองได้เพียง 0.63° ซ. เท่านั้น ทั้งนี้เพราะผู้ถูกทดลองในการวิจัยนี้เป็นคนในเขตร้อนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศแวดล้อมที่สูงกว่าปกติได้ดี ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมให้สูงกว่านี้ (50° ซ.) อาจเป็นเหตุให้ผู้ถูกทดลองออนเพลียและเป็นอันตรายได้ ซึ่งเป็นผลเสียต่อการทำงาน

ข) ขณะออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายปกติ และเมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ (0.5° ซ.) อุณหภูมิทวารหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (0.42° ซ. กับ 0.31° ซ.) การเพิ่มอุณหภูมิทวารหนักระหว่างการออกกำลังเป็นสัดส่วนกับความหนักของงาน[2] อุณหภูมิกายที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากขบวนการใช้พลังงานของร่างกาย (ขณะที่กล้ามเนื้อทำงาน) ผลของการทดลองครั้งนี้แสดงว่า ถ้าเริ่มต้นออกกำลังกายภายในภาวะที่อุณหภูมิกายไม่เท่ากัน ในสภาพอากาศแวดล้อมใกล้เคียงกัน และผู้ออกกำลังเป็นคนเดียวกัน อุณหภูมิกายที่เพิ่มขึ้นขณะออกกำลังจะไม่แตกต่างกันด้วย

ค) หลังออกกำลัง พบว่าหนทีที่หยุดออกกำลัง อุณหภูมิทวารหนักยังคงเพิ่มต่อไปอีกจนกระทั่งถึงนาทีที่ 5 อุณหภูมิของร่างกายจึงค่อย ๆ ลดลง (ดูแผนภูมิที่ 10 และ 11) กล่าวคือ หลังจากหยุดออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายปกติ อุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้น 0.18° ซ. หลังจากหยุดออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ อุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้น 0.09° ซ. ทั้งนี้ก็เป็นเพราะขบวนการใช้ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดพลังงานของร่างกาย

---

[1] Ellen E. Chaffee and Esther M. Greisheimer, Basis of Physiology and Anatomy (London : Pitman Medical Publishing CO, LTD., 1964), p. 550.

[2] Donald K. Methews and Adward L. Fox, The Physiological Basis of Physical Education and Athletics (Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1971), p. 108.

การหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดความร้อนขึ้น ในระยะหดตัว (Contraction) เกิดความร้อน 29 % ระยะคลายตัว (Relaxation) 16 % และระยะคืนสู่สภาพปกติ (Recovery) 55 %[3] และความร้อนจะกระจายไปทั่วร่างกายโดยระบบไหลเวียนโลหิตทำให้อุณหภูมิกายยังคงเพิ่มต่อไปอีกหลังจากออกกำลังกายแล้ว ข้อที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือ อุณหภูมิทวารหนักที่เพิ่มขึ้นหลังออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายปกติ เพิ่มขึ้นมากกว่า เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ (0.18° ซ. กับ 0.09° ซ.) แสดงว่าระยะนี้ร่างกายในสภาวะที่อุณหภูมิกายสูงกว่าปกติสามารถกำจัดความร้อนออกจากร่างกาย โดยศูนย์ควบคุมอุณหภูมิกายในไฮโปธาลามัสได้รวดเร็วกว่าสภาวะที่มีอุณหภูมิกายปกติ จึงทำให้อุณหภูมิกายภายหลังออกกำลังเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน

เวลาที่ใช้ในการคืนสู่สภาพปกติของอุณหภูมิกาย หลังจากหยุดออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ (0.5° ซ.) อุณหภูมิกายลดลงจากระดับสูงสุดถึงระดับตั้งต้นออกกำลัง (38.32° - 37.92°ซ.) ใช้เวลา 26 นาที และใช้เวลา 78 นาที เมื่อลดลงถึงระดับก่อนออกกำลัง (38.32° ซ. - 37.29° ซ.) สำหรับการคืนสู่สภาพปกติของอุณหภูมิกายภายหลังการออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายปกติ ใช้เวลา 58 นาที เวลาการคืนสู่สภาพปกติของอุณหภูมิกายของทั้ง 2 สภาวะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอุณหภูมิกายจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความร้อนที่สะสมอยู่ในร่างกาย ซึ่งเรียกว่าหนี้ความร้อน (Heat Debt)[4] ถ้ามีความร้อนสะสมอยู่ภายในร่างกายเป็นจำนวนมาก ย่อมทำให้ใช้เวลาในการคืนสู่สภาพปกติมากขึ้น ดังข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ดังนั้นผลของการทดลองครั้งนี้จึงแสดงว่า เมื่อร่างกายเป็นหนี้ความร้อนมาก เวลาการใช้หนี้ความร้อนจะมากขึ้นด้วย

2. อิทธิพลของอุณหภูมิกายที่ทำให้เพิ่มขึ้นต่อความสามารถในการทำงาน

จากสมมติฐานข้อที่ 2 กล่าวว่า ผู้ที่ออกกำลังเมื่ออุณหภูมิกายปกติสามารถทำงานได้มากกว่า เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ แต่ผลการทดลองครั้งนี้ปรากฏว่าปริมาณงานที่ได้ไม่แตกต่างกันมากพอที่จะมีความสำคัญทางสถิติ ข้อนี้อาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ

---

[3] Peter V. Karpovich and Wayne E. Sinning, Physiology of Muscular Activity (Philadelphia : W.B.Saunder Company, 1971), p. 23.

[4] Ouay Ketusinh and Other, "Ergometrie in Tropical Climate," Internationales Seminar fur Ergometrie, (Berlin, 1972) pp. 34 - 40.

ประการหนึ่งคือการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรเพียง 9 คน เท่านั้น ซึ่งมีขนาดเล็กเกินไป จึงทำให้ผลของการทดลองไม่แสดงให้เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ประการที่สองคือ การที่ให้ผู้ถูกทดลอง เข้าไปอยู่ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติก่อนออกกำลัง เป็นเหตุให้กลไกการรักษาอุณหภูมิกาย (Thermoregulatory Mechanism) ปรับตัวต่อความร้อนจึงสามารถป้องกันไม่ให้อุณหภูมิกายสูงมากเกินไป การที่อุณหภูมิกาย เพิ่มขึ้น เพียง 0.63° ซ. (37.29° ซ. – 37.92° ซ.) ไม่ทำให้กลไกการทำงานภายในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป เพราะโดยปกติในวันหนึ่ง ๆ อุณหภูมิกายมีการ เปลี่ยนแปลงประมาณ 0.5–1.5° ซ.[5] ดังนั้นจึงทำให้ผลของการทดลองครั้งนี้ได้ปริมาณงานไม่แตกต่างกัน ประการที่สามคือ ผู้ถูกทดลองไม่สามารถออกกำลังได้จนหมดแรงจริง ๆ แต่ก็พยายามออกกำลังให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (โดยวัดอัตราชีพจรที่เพิ่มขึ้นระหว่างการออกกำลังไม่ต่ำกว่า 180 ครั้งต่อนาที) ผู้ถูกทดลองอาจเกิดอาการ เปลี่ยลาขึ้นที่กล้ามเนื้อก่อนหมดแรงจึงหยุดออกกำลัง เพราะขณะที่ออกกำลังมีการ เปลี่ยนแปลงทาง เคมี เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ขัดขวางการทำงานของร่างกาย ประการสุดท้าย เกิดจากความไม่สะดวกในการหายใจ เนื่องจากมีหน้ากากครอบทั้งปาก และจมูก ทำให้รู้สึกอึดอัดและการหายใจไม่เป็นไปตามธรรมชาติ ทำให้เกิดความท้อถอยทางด้านจิตใจขาดความพยายามและความตั้งใจออกกำลัง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณงานที่ทำได้ในการทดลองครั้งนี้ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. อิทธิพลของอุณหภูมิกายต่อสภาพร่างกายขณะออกกำลัง

ก) การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างการออกกำลังเมื่ออุณหภูมิกายปกติ และเมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ ไม่แตกต่างกัน ทั้ง ๆ ที่ก่อนออกกำลังอัตราชีพจรของการทดลองทั้งสองสภาวะแตกต่างกัน (72 ครั้งต่อนาที กับ 78 ครั้งต่อนาที) ผลของการทดลองตรงกับ คาร์โพวิช[6] ที่กล่าวว่า ระหว่างการออกกำลัง

---

[5]Karpovich, op. cit., p. 246.

[6]Ibid, p. 211.

ถ้าอุณหภูมิกายเพิ่มขึ้นไม่เกิน 38.9° ซ. จะมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่าอุณหภูมิกายที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่ออัตราชีพจรก่อนออกกำลังมากกว่าในขณะออกกำลัง

ข) การเปลี่ยนแปลงของบริมาตรอากาศหายใจของการทดลอง ทั้ง 2 สภาวะไม่แตกต่างกัน ขณะออกกำลังบริมาตรอากาศจะเพิ่มขึ้น เพราะระหว่างการออกกำลัง ขบวนการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ฉะนั้นร่างกายจึงมีความต้องการออกซิเจนเป็นจำนวนมากขึ้นกว่าเดิม[7] บริมาตรอากาศหายใจจึงต้องเพิ่มขึ้น และเป็นสัดส่วนกับความหนักของงาน[8] อุณหภูมิความหนักที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้การหายใจเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นการทำงานในปริมาณเท่ากัน ผู้ถูกทดลองคนเดียวกัน แต่อยู่ในสภาวะร่างกายที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน วัดบริมาตรอากาศหายใจไม่แตกต่างกัน แสดงว่าอุณหภูมิกายไม่มีอิทธิพลต่อบริมาตรอากาศหายใจขณะทำงาน

ค) น้ำหนักตัวลดลงจากการทดลองทั้ง 2 สภาวะ ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตความร้อนของร่างกายเกิดจากขบวนการใช้พลังงาน สภาพอากาศแวดล้อม และการประกอบกิจกรรม ดังนั้นการออกกำลังในสภาพอากาศแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันด้วยปริมาณงานที่ไม่แตกต่างกัน จึงทำให้การผลิตความร้อนภายในร่างกายของผู้ถูกทดลองทั้งสองสภาวะไม่แตกต่างกัน ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ถูกกำจัดออกจากร่างกายโดยการขับเหงื่อออกทางผิวหนังเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นน้ำหนักตัวที่ลดลง (จากการสูญเหงื่อ) จึงไม่แตกต่างกันด้วย แคมอร์เฮาส์ กล่าวว่า การกำจัดความร้อนออกจากร่างกาย ขึ้นอยู่กับศูนย์ควบคุมอุณหภูมิกายที่ไฮโปธาลามัส กลไกนี้จะถูกกระตุ้นโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกายในร่างกาย และอุณหภูมิที่ผิวหนัง การทำงานในสภาพอากาศแวดล้อมต่างกัน อัตราการกำจัดความร้อนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ผิวหนัง แต่ถ้าทำงานในสภาพอากาศแวดล้อมอย่างเดียวกัน อัตราการกำจัดความร้อนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกายในร่างกาย จากการทดลองครั้งนี้ปรากฏว่าทั้ง ๆ ที่เริ่มต้นทำงานด้วยอุณหภูมิกายต่างกัน (37.42° ซ. กับ 37.92° ซ.) ทำงานเท่ากัน ในสภาพอากาศแวดล้อมอย่างเดียวกัน พบว่าอัตราการสูญเหงื่อไม่แตกต่างกัน

---

[7] Ibid, p. 147.

[8] Astrand, op. cit., p. 140.

(น้ำหนักที่ลดลง) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากศูนย์ควบคุมอุณหภูมิกายได้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศร้อนเกินออกกำลัง ทำให้การกำจัดความร้อนออกจากร่างกายเป็นไปตามปกติ แม้ว่าอุณหภูมิภายในร่างกายจะไม่เท่ากันก็ตาม

4. อุณหภูมิกายมีอิทธิพลต่อร่างกายก่อนออกกำลัง และหลังออกกำลังในระยะคืนสู่สภาพปกติ

ก) ก่อนออกกำลัง ในขณะที่อยู่ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (50° ซ.) อุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้น 0.63° ซ. ทำให้อัตราชีพจรเพิ่มขึ้น และน้ำหนักตัวลดลง เพราะร่างกายที่อยู่ในสภาพอากาศร้อนเกินกว่าปกติ มีการปรับตัวเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิกาย ตามธรรมดาพบว่าถ้าอุณหภูมิกายสูงขึ้น 0.5° ซ. อัตราชีพจรจะเพิ่มขึ้น 15 ครั้งต่อนาที (ในขณะนั่ง)[9] เช่น ที่เห็นอยู่ในคนที่เป็นไข้ยอมมีชีพจรเร็วกว่าธรรมดา เนื่องจากระหว่างอยู่ในสภาพอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง หัวใจจะต้องทำงานมากกว่าปกติ เพื่อให้เลือดไหลมาที่ผิวหนังมากขึ้น เพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิกาย และอัตราชีพจร เมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติ พบว่าผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่กล่าวมานี้ กล่าวคืออุณหภูมิกายเพิ่มขึ้น 0.63° ซ. (37.29° ซ. – 37.92° ซ.) แต่มีอัตราชีพจรสูงขึ้นเพียง 6 ครั้งต่อนาที (72 ครั้งต่อนาที กับ 78 ครั้งต่อนาที) แสดงว่าระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ถูกทดลอง ซึ่งเป็นตัวจักรสำคัญในการควบคุมอุณหภูมิกาย ได้ปรับตัวให้เหมาะสมกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นไปแล้ว ส่วนน้ำหนักที่ลดลง เป็นผลมาจากการระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยการหลั่งเหงื่อ โดยศูนย์ควบคุมอุณหภูมิกายที่ไฮโปธาลามัส ถูกกระตุ้นโดยพลังประสาทจากศูนย์รับความรู้สึก (ความร้อน) จากผิวหนังกระตุ้นหลอดเลือดที่ผิวหนังให้ขยายตัว และกระตุ้นต่อมเหงื่อให้ทำงาน (หลั่งเหงื่อ) มากขึ้น เพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย ป้องกัน

---

[9] Karpovich, op. cit., p. 234.

ไม่ให้ความร้อนสะสมอยู่ในร่างกายมากเกินไป[10] ความแตกต่างระหว่างการทดลองครั้งนี้กับที่กล่าวไว้ในตำราของต่างประเทศ เข้าใจว่าเกิดจากการที่ผู้ถูกทดลองครั้งนี้เป็นคนในเขตร้อน ร่างกายย่อมมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิที่สูงขึ้นทั้งภายในและภายนอกร่างกายได้ดีกว่าคนในเขตหนาว ซึ่งมีความคุ้นเคยกับอากาศหนาวมากกว่าอากาศร้อน

ข) ระยะคืนสู่สภาพปกติ เมื่อเปรียบเทียบสภาพของร่างกายในแต่ละสภาวะจากตารางที่ 5 พบว่าระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร และบริมาตรอากาศหายใจ (ของการทดลองทั้ง 2 สภาวะ) ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าเวลาที่ใช้ในการคืนสู่สภาพปกติของบริมาตรอากาศหายใจ และอัตราชีพจร ขึ้นอยู่กับปริมาณงาน[11,12] (ความหนักและเวลาการทำงาน) และสภาพทางร่างกายของผู้ถูกทดลอง เมื่อปริมาณงานไม่แตกต่างกัน ผู้ถูกทดลองคนเดียวกัน เวลาที่ใช้ในการคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังจึงไม่แตกต่างกัน ทั้ง ๆ ที่อุณหภูมิกายเริ่มต้นของผู้ถูกทดลองไม่เหมือนกัน (37.42° ส. กับ 37.92° ช.) เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิกายไม่มีอิทธิพลต่อการคืนสู่สภาพปกติของร่างกาย

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พบว่าภายหลังการออกกำลังกายของทั้ง 2 สภาวะ เวลาที่ใช้ในการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร และอุณหภูมิทวารหนักใช้เวลามากกว่าการคืนสู่สภาพปกติของบริมาตรอากาศหายใจ เวลาที่ใช้ในการคืนสู่สภาพปกติของการหายใจ ถือได้ว่าแสดงถึงเวลาที่ใช้หนี้ออกซิเจน (Oxygen debt) หมดแล้ว[13] หลังจากร่างกายใช้หนี้ออกซิเจนหมดแล้ว (ดูจากการคืนสู่สภาพปกติของ

---

[10] Laurence E. Morehouse and Augustus T. Miller, Physiology of Exercise (Saint Louis : The C.V. Mosby Company, 1971), p. 215.

[11] Karpovich, op cit., p. 235.

[12] Ibid., p. 207.

[13] Ketusinh, op. cit., pp. 34 - 40.

บริมาตรอากาศหายใจ) แสดงว่าร่างกายยังคงอยู่ในสภาพเหนื่อย (อัตราชีพจรยังไม่คืนสู่สภาพปกติ) อัตราชีพจร และอุณหภูมิทวารหนัก กลับคืนสู่ระดับปกติในเวลาใกล้เคียงกันซึ่งนี้แสดงว่า อุณหภูมิกายมีอิทธิพลต่อการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจร

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองผู้วิจัยขอเสนอแนะสิ่งซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษาและกีฬาของไทยดังนี้

1. ควรให้นักกีฬาปรับตัวให้เคยชินกับสภาพอากาศแวดล้อมที่เป็นจริงในการแข่งขันกีฬา ก่อนการแข่งขัน เพราะการปรับตัวเป็นสิ่งที่สำคัญมาก และมีผลต่อการออกกำลังด้วย เช่น การแข่งขันกีฬาในต่างประเทศที่มีสภาพอากาศแวดล้อมแตกต่างจากประเทศไทย ควรให้นักกีฬาได้ฝึกซ้อมให้เคยชินกับสภาพอากาศของประเทศนั้น ๆ ก่อนการแข่งขันกีฬา

2. การเพิ่มอุณหภูมิกายให้สูงขึ้นเล็กน้อยก่อนการออกกำลัง จะทำให้เกิดผลดีในแง่ของการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ซึ่งจะทำงานได้ดีขึ้นในขณะออกกำลังและระหว่างการคืนสู่สภาพปกติ ซึ่งการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นโดยวิธีการอบอุ่นร่างกาย นอกจากระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ดีแล้ว ยังมีผลต่อระบบไหลเวียน และระบบประสาทอีกด้วย โดยทำให้มีความกระฉับกระเฉง

จากการวิจัยเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิกายที่มีต่อความสามารถในการทำงาน ผู้วิจัยคิดว่าควรจะมีการวิจัยต่อด้วยเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. ควรวิจัยเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิกายอีก คล้ายกับที่รายงานนี้ โดยหาวิธีอื่นสำหรับเพิ่มอุณหภูมิร่างกายก่อนการออกกำลังให้สูงกว่าปกติไม่น้อยกว่า 1° ซ. เข้าใจว่าผลที่ได้จะแตกต่างจากในรายงานนี้ในหลายประการ

2. ควรศึกษาเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิกายที่มีต่อความสามารถในการทำงานซ้ำอีกครั้ง โดยใช้ผู้ถูกทดลองที่ไม่เคยชินกับสภาพอากาศร้อน เช่น คนในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว เพราะการทดลองครั้งนี้ปรากฏว่า ผู้ถูกทดลอง ซึ่งเป็นคนที่อยู่ในเขตร้อน

(Tropical Climate) ได้ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนในขณะเพิ่มอุณหภูมิกาย จึงทำให้ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คิดไว้

3. เปรียบเทียบความสามารถในการทำงาน เมื่ออุณหภูมิกายเพิ่มขึ้น โดยการอบอุ่นร่างกายโดยออกกำลัง , และการอบตัวให้ร้อนขึ้นด้วยความร้อนจากภายนอก

4. ควรวิจัยเรื่องอุณหภูมิกายที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในการทำงานระดับต่าง ๆ ในสภาพอากาศแวดล้อมต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย