บทที่ ๔

## การอภิปรายผลการวิจัย, ข้อเสนอแนะ, และสรุปผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัย.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่า สมรรถภาพของร่างกาย (ตารางที่ ๒ และภาพที่ ๑) และสมรรถภาพในการทำงาน (ตารางที่ ๓ และภาพที่ ๒) เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกทั้งสองกลุ่ม การฝึกในอุณหภูมิสูงมีสมรรถภาพดีกว่าอุณหภูมิต่ำ แต่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะปริมาณในการฝึกของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน เม็ลเลโรวิทซ์[๒๐] ได้กล่าวไว้ว่าการฝึกมีปัญหาอยู่สองประการ คือ คุณภาพที่เหมาะพร้อมของการฝึก และปริมาณที่เหมาะพร้อมของการฝึก ดังนั้นผลของสมรรถภาพในการทำงาน ไม่แตกต่างกันอาจจะมีเหตุเนื่องมาจากปริมาณการฝึกซ้อมของทั้งสองกลุ่มเท่ากันก็เป็นได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ คาร์โปวิช[๒๑] (Karpovich) กล่าวว่า อัตราในการเปลี่ยนแปลงของการฝึกซ้อมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้ ประการที่หนึ่ง ความแตกต่างระหว่างบุคคล, ประการที่สอง สภาพร่างกายก่อนเริ่มฝึกของแต่ละคน ผู้ที่มีสภาพร่างกาย ดีกว่าจะมีผลเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า ประการที่สามความหนักของการทำงาน. ในการทดสอบสมรรถภาพในการทำงานทำในอุณหภูมิห้องปกติ ซึ่ง มอร์เฮาส์[๒๒] (Morehouse) ได้

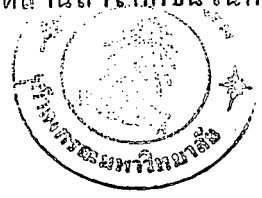
---

๒๐. เม็ลเลโรวิทซ์, "การฝึกซ้อมกีฬา, ประสิทธิภาพและสุขภาพ, หลักวิชา และกฎเกณฑ์ชีววิทยา (อวย เกตุสิงห์ แปลและเรียบเรียง, ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, ๒๕๑๐) หน้า ๒๓.

๒๑. Peter V.Karpovich, "Effect of Training Upon Work Output and Efficiency", Physiology of Muscular Activity. (London: W.B. Saunders Company, 1962) p. 121

๒๒. Laurence E. Morehouse and Augustus T. Miller, Physiology of Exercise, (Saint Louis: TheC.V. Mosby Company, 1967) p. 215

เขียนไว้ว่า นักกีฬาที่ฝึกในภาวะแวดล้อมที่ดีในภาวะแวดล้อมที่เย็น เมื่อทำงานในอากาศร้อนจะทำให้ทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร ยิ่งคนที่ไม่เคยชินกับภาวะแวดล้อมที่ร้อนจะทำให้ออนเพลีย ก็อาจจะเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้สมรรถภาพในการทำงานของผู้ที่ฝึก ในอุณหภูมิต่ำไม่ดีเท่าที่ควร แต่ถ้าจะให้ได้ผลที่แน่นอนจริง ผู้วิจัยขอเสนอแนะว่าควรจะให้ผู้ถูกทดลองทำการฝึกในช่วงเวลาที่นานกว่านี้ และควบคุมการออกกำลังกายของผู้ถูกทดลองด้วย เพราะผู้ถูกทดลองเหล่านี้ เรียนพลศึกษาต้องออกกำลังกายอยู่เสมอทุกวันวันละประมาณ ๒ ชั่วโมง ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกัน. มีข้อสังเกตที่น่าสนใจอยู่สองประการ คือ การฝึกในอุณหภูมิสูง แม้ว่าจะฝึกในปริมาณงานเท่ากับการฝึกในอุณหภูมิต่ำ แต่อัตราชีพจรสูงสุดในการทำงาน ของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูงสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำ ประมาณ ๑๓.๙ ครั้งต่อนาที (ตารางที่ ๑๒) ซึ่งสอดคล้องกับที่ บาเซทท์ (Bazett) [๒๓] ได้บันทึกไว้ว่าอัตราชีพจรเพิ่มขึ้น ๓๗ ครั้งต่อนาที เมื่ออุณหภูมิภายในร่างกายเพิ่มขึ้น ๓.๖° ฟ. นอกจากนั้น การเสียเหงื่อในขณะที่ฝึกในอุณหภูมิสูง มากกว่าการฝึกในอุณหภูมิต่ำประมาณ ๐.๒๓ กิโลกรัม (ตารางที่ ๑๓). เนลสัน[๒๔](Nielsen) พบว่าในการทำงานที่คงที่แต่ทำงานในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่างกัน ปริมาณของเหงื่อที่เพิ่มขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ผิวหนัง จากการแตกต่างสองประการนี้อาจเป็นเหตุทำให้ผู้ถูกทดลองกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูงรู้สึกอ่อนเพลีย บางครั้งถึงกับหลับในเวลาเรียน น้ำหนักตัวของผู้ถูกทดลองในกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูงลดลงประมาณ ๑ - ๒ กิโลกรัม และเมื่อเริ่มฝึกครั้งแรก ๆ มีผู้ถูกทดลองที่ฝึกในอุณหภูมิสูงบางคนนอนไม่หลับ อาจเป็นเพราะฝึกหนักเกินไป. ส่วนผู้ถูกทดลองที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำไม่ปรากฏอาการเหล่านี้เลย อาการเหล่านี้ถ้าเกิดขึ้นในการฝึกกีฬา



---

๒๓. H.C.Bazett,"Physiological Responses to Heat".Physiology of Exercise (Saint Louis, The C.V. Mosby Company, 1967) P. 248

๒๔. B. Nielson and M. Nielsen: "On The Regulation of Sweat Secretion in Exercise, Physiology of Exercise (Saint Louis, The C.V. Mosby Company, 1967) P. 248

บ่อย ๆ และปล่อยให้เกิดขึ้นเป็นเวลานานอาจเป็นผลเสียต่อการฝึกก็ได้ อาจทำให้สมรรถภาพในการทำงานลดลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาประเภทใช้ความอดทนของประเทศร้อนชื้นสู้นักกีฬาประเทศที่มีอากาศหนาวไม่ได้

ในด้านการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจรในภาวะปกติของทั้งสองกลุ่มลดลง อัตราชีพจรสูงสุดในการทำงาน (ปริมาณงานเท่ากับก่อนเริ่มฝึก) ลดลง และการฟื้นตัวของชีพจรในเวลา ๖ นาทีดีขึ้น ซึ่งตรงกับที่ เอ. โฮล์มเกร์น และคณะ[๒๕] (A. Holmgren and others) ได้ศึกษาผลการฝึกต่อความสามารถในการทำงาน, จำนวนเฮโมโกบินทั้งหมด, ความดันเลือด, บริมาตรหัวใจ และอัตราชีพจรในขณะนั่งและยืน เขาพบว่าอัตราชีพจรในขณะที่นั่งและยืนลดลงและบริมาตรของหัวใจเพิ่มขึ้น.

ในการฟื้นตัวของชีพจรในเวลา ๖ นาทีของกลุ่มที่ฝึกในที่มีอุณหภูมิต่ำ ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกในที่มีอุณหภูมิสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ที่ฝึกในที่มีอุณหภูมิต่ำมีการฟื้นตัวในระหว่างฝึกดีกว่า เพราะจากการทดลองของรัชนี ขวัญบุญจัน[๒๖] เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะออกกำลังกาย และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน พบว่า การฟื้นตัวของชีพจรของผู้ที่

---

๒๕. A. Holmgren and others, "Effect of Training on Working Capacity total Hemoglobin, Blood Volume, Heart Volume and Pulse Rate in Recumbent and Up right Position," International Research in Sport and Physical Education (U.S.A. 1964)

๒๖. รัชนี ขวัญบุญจัน. "การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิต และการหายใจในขณะออกกำลังกาย และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน". (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกพลศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ๒๕๑๔)

ทำงานในที่เย็นดีกว่าการฟื้นตัวของผู้ที่ทำงานในอากาศร้อนชื้นและร้อนแห้ง. ศาสตราจารย์นายแพทย์ อวย เกตุสิงห์ และคณะ[๒๗] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร, ความกันโลหิต และน้ำหนักตัวในอากาศร้อนชื้น และร้อนแห้ง พบว่าการฟื้นตัวในอากาศร้อนชื้นช้ากว่าในอากาศร้อนแห้ง.

ในด้านการหายใจ อัตราการหายใจในภาวะปกติของทั้งสองกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาในการฝึกน้อยเกินไป ทำให้ไม่เห็นผลต่าง และอีกประการหนึ่ง อาจเป็นเพราะเครื่องมือในการวัดการหายใจนับได้เฉพาะจำนวนครั้งเท่านั้น ไม่สามารถที่จะบอกได้ถึงปริมาตรในการหายใจ ทำให้ไม่เห็นข้อแตกต่างได้ แต่การหายใจในขณะทำงานและการฟื้นตัว (ในการทำงานเท่ากับก่อนเริ่มฝึก) เมื่อทดสอบตอนสิ้นสุดการฝึกลดลง (ตารางที่ ๘ และตารางที่ ๑๐) แสดงว่าการฝึกทำให้ระบบการหายใจทำงานได้ดีขึ้น ดังที่ การ์โปวิทซ์[๒๘] (Karpovich) ได้เขียนไว้ว่า ผู้ที่ฝึกอยู่เสมอ ทำให้การหายใจประหยัดกว่าผู้ที่ไม่ได้ฝึกในการทำงานอย่างเดียวกัน การฝึกในทั้งสองอุณหภูมิให้ผลต่อการหายใจไม่แตกต่างกัน

ในด้านความกันเลือดซิย์สโตลิก, ในขณะพักลดลงเล็กน้อย และการฟื้นตัวหลังจากการทำงานในนาทีที่ ๑ เมื่อสิ้นสุดการฝึกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพร่างกายของผู้ถูกทดลองไม่สู้จะสมบูรณ์นัก เพราะในการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการฝึก ผู้ถูกทดลองใกล้สอบพอดี ทำให้ผู้ถูกทดสอบต้องนอนดึก และสภาพจิตใจไม่ปกติ เนื่องจากความวิตกกังวลในเรื่องสอบ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความกันเลือดซิย์สโตลิกภายหลังจากการออกกำลังกายสูงขึ้น.

---

๒๗. Oreay 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)

๒๘. Peter V. Karpovich, "Ibid", p. 144

ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างการฝึกในอากาศร้อนกับอากาศเย็นตามที่เราคาดคะเนจากเหตุผลทางทฤษฎี. ทั้งสมรรถภาพในการทำงานของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูงกลับดีกว่าของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเหตุหลายประการ เช่น

๑. ถึงแม้ว่าในการแบ่งผู้ถูกทดลองออกเป็นสองกลุ่ม เราจะได้ใช้วิธี สเตปเทสท์ เป็นเครื่องช่วยตัดสินสมรรถภาพ แต่เมื่อแบ่งกลุ่มไปแล้ว, และให้ถีบจักรยานเพื่อหา "สมรรถภาพตั้งต้น" ในการทำงาน, ปรากฏว่าพวกที่จะต้องฝึกในอุณหภูมิสูงมีสมรรถภาพเฉลี่ยสูงกว่าพวกที่จะฝึกในอุณหภูมิต่ำ. ถึงแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มาก (๑๔๘๖ กับ ๑๔๒๙ วัตต์ ตามลำดับ) แต่ก็อาจจะมีความสำคัญ, เพราะค่าเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิต่ำได้ฝึกน้อยกว่าอีกพวกหนึ่งถึง ๕๖ วัตต์ทุก ๆ วัน (๘๐ % ของ (๑๔๘๖ - ๑๔๒๙)). ข้อนี้อาจทำให้เกิดสมรรถภาพสูงขึ้นมากกว่ากัน, จนลบล้างผลในด้านอื่น ๆ เสียก็ได้

๒. ระยะเวลาของการทดลอง (๔ สัปดาห์) อาจน้อยเกินไปกว่าที่ร่างกายจะสร้างเสริมสมรรถภาพขึ้นได้เต็มที่. ทำให้เห็นผลที่ไม่ตรงแนวตามที่ควร. ถ้าหากเพิ่มเวลาขึ้นอีก ๒ หรือ ๔ สัปดาห์, อาจเห็นผลอย่างอื่นและชัดเจนกว่านี้. เราไม่สามารถจะยืดเวลาออกไปได้ เพราะผู้ถูกทดลองต้องสอบไล่

๓. เนื่องด้วยเวลาที่ทำการทดลองใกล้สอบไล่มาก, ผู้ถูกทดลองทุกคน ต้องเตรียมตัวสอบไล่ บางคนเตรียมหนัก, บางคนเตรียมเบา. อาจเป็นได้ว่าพวกที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำเตรียมหนักกว่าพวกที่ฝึกในอุณหภูมิสูง. ทำให้สภาพของร่างกายตกต่ำ, การฝึกจึงให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร.

๔. ในการฝึกส่วนมากเมื่อผู้ถูกทดลองเข้าในห้องร้อนหรือห้องเย็นแล้ว, ให้นั่งพักสักครู่หนึ่งก็เริ่มจับชีพจร. เมื่อชีพจรมีอัตราคงที่ก็เริ่มทำการฝึก เวลาที่ผ่านไประหว่างการเข้าในห้องกับการเริ่มฝึกเฉลี่ยประมาณ ๑๐ นาที. เวลานี้อาจสั้นเกินไปสำหรับการที่ร่างกายจะปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิในห้อง, ผลที่ได้จึงไม่ชัดเจนทีเดียว.

๕. จำนวนผู้ถูกทดลองแต่ละกลุ่มอาจจะน้อยเกินไป ความกว้างมีมาก, ผลจึงไม่เป็นไปตามทฤษฎี.

ข้อเสนอแนะ

๑. ควรจะทำการทดลองใหม่โดยใช้ผู้ถูกทดลองกลุ่มเดียวกันให้ฝึกทั้งอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ, โดยให้ฝึกทีละอย่าง เช่น ให้ฝึกในอุณหภูมิสูงไปในระยะหนึ่งแล้วให้หยุดพักจนสมรรถภาพของร่างกายกลับสู่สภาพเดิม (ก่อนฝึก) จึงเริ่มฝึกในอุณหภูมิต่ำต่อไป แต่ควรจะคำนึงถึงสภาพแวดล้อมด้วย ถ้าฝึกในอุณหภูมิสูงในฤดูร้อนก็ควรจะให้ฝึกในอุณหภูมิต่ำในฤดูร้อนเช่นกัน. เวลาในการฝึกซ้อม, ถ้าฝึกในอุณหภูมิสูงตอนเช้าก็ต้องฝึกในอุณหภูมิต่ำตอนเช้าเช่นกัน. วิธีเช่นนี้จะตัดปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลไปได้

๒. ควรเพิ่มเวลาในการฝึกซ้อมให้นานกว่านี้. เช่น ให้เป็น ๖ - ๘ สัปดาห์

๓. ควรจะทำการทดลองเปรียบเทียบผลของการฝึกในอุณหภูมิต่ำ และในอุณหภูมิสูง กับอุณหภูมิปกติด้วย.

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาผลของการฝึกในอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำที่มีต่อสมรรถภาพในการทำงาน สมรรถภาพของร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับระบบไหลเวียนเลือดและการหายใจ

ผู้วิจัยได้ทดลองโดยใช้นักศึกษาชาย ๑๒ คน, แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม, กลุ่มละ ๖ คน, พยายามให้อายุ, น้ำหนักตัว, ส่วนสูงและสมรรถภาพของร่างกาย (ใช้คะแนนการทดสอบ ฮาร์วาร์ด สเตป เทสท์) ใกล้เคียงกันทั้งสองกลุ่ม. ให้ผู้ถูกทดลอง กลุ่มหนึ่งออกกำลังกายในที่มีอุณหภูมิสูง (๔๐ °ซ) และอีกกลุ่มหนึ่งให้ออกกำลังกายในอุณหภูมิต่ำ(๒๐ °ซ.) ในห้องปรับอากาศ ความชื้นของทั้งสองอุณหภูมิเท่ากับ ๖๐ $\pm$ ๕ เปอร์เซ็นต์. ฝึกทุกวัน (ยกเว้นวันเสาร์ และวันอาทิตย์) เป็นเวลา ๔ สัปดาห์. งานที่ฝึกคือให้ถีบจักรยานทุกวันโดยให้ปริมาณงานที่ฝึกเป็น ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ของสมรรถภาพในการทำงานสูงสุด ตามที่ทดสอบได้ในการทดสอบในอุณหภูมิห้องปกติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า

๑. สมรรถภาพของร่างกายในการทดสอบ ฮาร์วาร์ด สเตป เทสท์ ของการทดสอบเมื่อฝึกแล้วสองสัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการฝึก, ในทั้งสองกลุ่มดีกว่าผลของการทด

สอบก่อนเริ่มฝึกอย่างมีนัยสำคัญ. แต่สมรรถภาพของร่างกายระหว่างสองกลุ่มนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ.

๒. สมรรถภาพในการทำงานของทั้งสองกลุ่มดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ. สมรรถภาพในการทำงานของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูง ดีกว่าสมรรถภาพในการทำงาน ของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำ.

๓. เกี่ยวกับอัตราชีพจร, การฝึกมีผลทำให้อัตราชีพจรปกติ (ในระยะพัก) ลดลงทั้งสองกลุ่ม. เมื่อทดสอบหลังจากสิ้นสุดการฝึกอัตราชีพจรสูงสุดในการทำงานเท่ากับเมื่อก่อนเริ่มฝึก, ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ. แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่ม อัตราชีพจรลดลงไม่แตกต่างกัน. การฟื้นตัวของชีพจร (๖ นาที) ของทั้งสองกลุ่มลดลง. การฟื้นตัวของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำดีกว่าการฟื้นตัวของกลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูงอย่างมีนัยสำคัญ.

๔. เกี่ยวกับการหายใจ. เมื่อสิ้นสุดการฝึก ผลรวมของการหายใจในขณะทำงานและการฟื้นตัวของการทดสอบลดลงกว่าผลที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ. (โดยใช้การทำงานเท่ากันทั้งสองวาระ). แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ.

๕. ความดันเลือดซิยส์โตลิคในระยะพักของทั้งสองกลุ่มลดลงเล็กน้อย. เมื่อสิ้นสุดการฝึกการฟื้นตัวของความดันเลือดซิยส์โตลิค ระหว่างทดสอบเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย. ความดันเลือดซิยส์โตลิคของการทดสอบเมื่อเลิกการฝึกแต่ละครั้งในนาทีแรกของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้น

๖. ระหว่างฝึก กลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิสูงมีอัตราชีพจรสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำ การเสียเหงื่อในขณะที่ฝึกในอุณหภูมิสูงมากกว่าที่ฝึกในอุณหภูมิต่ำอย่างมีนัยสำคัญ.