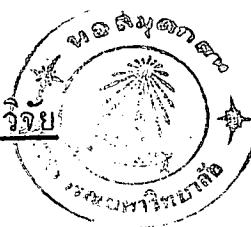


การอภิปรายผลการวิจัย, ข้อเสนอแนะ, และสรุปผลการวิจัย



การอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่า ในการออกกำลังกายในอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่างกันไป มีการเปลี่ยนแปลงในระบบไหลเวียนของโลหิตและการหายใจแตกต่างกัน. ในขณะที่พักก่อนออกกำลังกายและขณะออกกำลังกาย ๖ นาทีในสภาพอากาศต่างกัน (ตารางที่ ๘) อัตราการเต้นของชีพจรมีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นตามลำดับในอากาศเย็น, ร้อนแห้ง, และร้อนชื้น. ข้อนี้ตรงกับรายงานของโมเฮาส์^{๒๓} (Morehouse) ที่กล่าวไว้ว่า ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นมีผลต่อการเต้นของหัวใจคือ หัวใจจะตองทำงานหนักมากขึ้นเพื่อส่งโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและขณะเดียวกันต้องส่งไปที่ผิวหนังมากขึ้นเพื่อระบายความร้อน.

ในขณะที่ออกกำลังกายในอุณหภูมิต่าง ๆ อัตราชีพจรสูงสุด (Maximum heart rate) ใกล้เคียงกัน (ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ) ซึ่งแสดงว่าร่างกายออกกำลังกายเต็มที่ในทุกอุณหภูมิที่ทำการทดลอง. ในระยะฟื้นตัว ๖ นาที หลังการออกกำลังกาย ในอากาศเย็น อัตราชีพจรคืนสู่สภาพปกติได้เร็ว, ในอากาศร้อนแห้งเป็นไปอย่างช้า ๆ และในอากาศร้อนชื้นอัตราชีพจรคืนสู่สภาพปกติช้าที่สุด. ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของศาสตราจารย์นายแพทย์อวย เกตุสิงห์^{๒๔} และคณะ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร, ความดันโลหิต และน้ำหนักตัวในอากาศร้อนชื้นและร้อนแห้งซึ่งพบว่าการฟื้นตัวในอากาศร้อนชื้นช้ากว่าในอากาศร้อนแห้ง.

^{๒๓} Morehouse, E. Laurence, and Miller, Augustus., Jr.: Physiology of Exercise, Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1967. p. 99

^{๒๔} 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)

เกี่ยวกับระยะเวลาที่สามารถทำงานได้ในสภาพอากาศที่แตกต่างกันนี้ ตามภาพที่ ๑ เห็นได้ว่า ในอากาศเย็นผู้เข้าทดสอบทั้ง ๔ คนสามารถทำงานได้เฉลี่ย ๘.๔ นาที, ในอากาศร้อนแห้ง ๔.๓ นาที, และในอากาศร้อนชื้น ๓.๑ นาที, ปริมาณงานเฉลี่ยที่ทำได้ในอากาศร้อนชื้นเท่ากับ ๑๐๗๖ วัตต์, ร้อนแห้งเท่ากับ ๑๓๑๘ วัตต์, และเย็นเท่ากับ ๑๕๕๘ วัตต์. ซึ่งเห็นได้ว่าการทำงานในอุณหภูมิและความชื้นที่สูงขึ้นร่างกายเหนื่อยเร็วขึ้น (อัตราชีพจรขึ้นถึง ๑๘๐), สมรรถภาพในการทำงานลดลงคือสามารถทำงานได้น้อยในระยะเวลาสั้น.

ผลจากการทดลองในด้านการหายใจ ปรากฏว่าอัตราการหายใจขณะออกกำลังในแต่ละอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน และอัตราการหายใจในขณะที่ออกกำลังในอุณหภูมิต่างๆ นี้แตกต่างกันเฉพาะในอากาศร้อนชื้นและเย็นเท่านั้น อัตราการหายใจสูงสุดขณะออกกำลังกาย, และอัตราการหายใจขณะฟื้นตัว (๒ นาที) ไม่แตกต่างกันในทั้งสามอุณหภูมิ. รายงานของ คาร์โปวิช^{๒๕} (Karpovich, Peter V.) เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในด้านการหายใจขณะออกกำลังกล่าวไว้ว่า อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการหายใจ. ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการหายใจจะเร็วขึ้น เนื่องจากร่างกายเพิ่มการไหลเวียนของอากาศในปอดมากขึ้น, หัวใจสูบฉีดโลหิตมากขึ้นเพื่อส่งไปที่ผิวหนังเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย. การที่ผลการทดลองของเราไม่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะเรายับยั้งเฉพาะจำนวนครั้งของการหายใจต่อนาที. ตามความจริงนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับความลึกของการหายใจเกิดขึ้น, เครื่องมือที่ใช้ทดลองนี้ไม่สามารถบันทึกปริมาณของอากาศที่หายใจได้ จึงทำให้ผลที่ได้จากการทดลองนี้ไม่ตรงกับที่คาร์โปวิชกล่าวไว้, เพราะของเราแสดงเพียงส่วนเดียว (คือความบ่อย) ของการหายใจ. ที่คาร์โปวิชกล่าวนั้นหมายถึงปริมาณของอากาศหายใจ. ซึ่งเท่ากับผลคูณของความบ่อยกับความลึกของการหายใจ. ฉะนั้นในการ

^{๒๕}Karpovich, Peter V., Physiology of Muscular Activity, (Philadelphia London: W.B. Saunders Company, 1966) p. 109.

ทดลองต่อไปเกี่ยวกับเรื่องนี้ ควรจะบันทึกผลของการหายใจในค่านปริมาตรการหายใจ จะให้ผลที่แน่นอนกว่า.

จากตารางที่ ๑๖ ซึ่งแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับความดันโลหิตและความดันชีพจรเห็นได้ว่า ความดันโลหิตและความดันชีพจรก่อนทดลองเกือบจะเท่ากันในทั้งสามอุณหภูมิ ความดันโลหิตและความดันชีพจรในระยะพื้นตัวมีความแตกต่างกัน, คือในอุณหภูมิร้อนขึ้น ความดันชีพจรและความดันโลหิตสูงกว่าในอากาศเย็นเห็นได้ชัด. แต่ความดันโลหิตระหว่างในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น, ร้อนแห้งและเย็นไม่แตกต่างกันมากนัก. ในระยะพื้นตัวในนาที่ที่ ๖ และ ๑๒ ความดันโลหิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทั้งสามอุณหภูมิ. ผลจากการทดลองนี้ไม่ตรงกับการศึกษาของบรูฮาและเอคเวค^{๒๖} (Brouha L. and Edward F.) ซึ่งกล่าวไว้ว่าในระยะพื้นตัวความดันโลหิตจะกลับเข้าสู่ระดับปกติได้เร็วเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณงานและอุณหภูมิของอากาศ. ในการทำงานขนาดปานกลางในระยะเวลาด้าน ความดันชีพจรจะคืนสู่ระดับก่อนออกกำลังกายรวดเร็วและจะคงที่ไปเรื่อย ๆ. แต่ในการออกกำลังกายหนักความดันโลหิตจะลดลงอย่างรวดเร็วจนต่ำกว่าระดับก่อนออกกำลังกาย และจะกลับเข้าสู่ระดับปกติก่อนออกกำลังกายภายในเวลา ๓๐-๖๐ นาที. แต่ผลจากการทดลองของผู้วิจัยนี้ (ตารางที่ ๑๖) ปรากฏว่าการพื้นตัวในนาที่ที่ ๑๒ ความดันโลหิตเกือบเข้าสู่ระดับปกติในทั้งสามอุณหภูมิ ทั้งนี้อาจเนื่องจากทำงานต่างกันไม่มากนัก หรือเพราะผู้ถูกทดลองเป็นผู้เคยชินกับอากาศร้อน การขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนังไม่มากกว่าปกตินัก ทำให้ความดันโลหิตหลังจากออกกำลังกายไม่ลดต่ำลงมากกว่าก่อนทำการทดลอง หรือการทดลองนี้อาจจะยังไม่เห็นผลชัดเจนเพราะตรวจวัดความดันโลหิตหลังการออกกำลังกายเพียง ๑๒ นาที ซึ่งหลังจากนี้ความดันโลหิตอาจลดลงต่ำกว่าปกติก็ได้ ฉะนั้นในการทดลองครั้งต่อไปน่าจะได

^{๒๖} Lucien Brouha and Edward P. Radford, Jr. "The Cardiovascular System in Muscular Activity", Science and Medicine of Exercise and Sport, (New York, Evanston, and London: Harper Row, Publishers, 1960) p. 178.

มีการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตในขณะฟื้นตัวจนกว่าจะเข้าสู่ระดับปกติเพื่อจะให้เห็นผลชัดเจนนั่น.

ผลจากการทดลองในตารางที่ ๑๗ แสดงถึงการเสียน้ำหนักตัวในขณะออกกำลังกาย และขณะฟื้นตัวในอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าในอากาศร้อนขึ้นมีการสูญเสียเหงื่อมากกว่าในอากาศร้อนแห้งและเย็น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของบาราช^{๒๗} (Barach, J.H.) ซึ่งกล่าวไว้ว่าการทำงานหรือออกกำลังกายในอากาศร้อนทำให้เกิดการสูญเสียเหงื่อออกจากร่างกายมากเป็นผลให้ปริมาตรโลหิตลดลง บางครั้งจนถึงขีดอันตราย อาการที่แสดงคือ ระบายน้ำ วิงเวียนและในที่สุดจะอาเจียน. จากการสังเกตในการทำ การทดลองครั้งนี้ ปรากฏว่าในอากาศร้อนขึ้นมีผู้เข้าทดสอบเพียงคนเดียวที่มีอาการดังกล่าว ผู้เข้าทดสอบ ๕ คนใน ๘ คนมีอาการวิงเวียนหลังจากออกกำลังกาย ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ ออกกำลังกายมากเกินไป โลหิตขึ้นไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ. ในอากาศร้อนแห้งและเย็นผู้เข้าทดสอบออกกำลังกายอย่างหนักเช่นเดียวกันแต่ไม่เกิดอาการเหล่านี้และสามารถทำงานได้ ปริมาณมากกว่าและนานกว่าในอากาศร้อนขึ้น แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิและความชื้นของ อากาศมีอิทธิพลสำคัญยิ่งต่อสมรรถภาพในการทำงาน.

ข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการฝึกซ้อมกีฬาได้ คือ

๑. ในการฝึกซ้อมกีฬาในสภาพอากาศเช่นประเทศไทย ซึ่งมีอากาศร้อนขึ้นนี้ ควรจะสร้างห้องฝึกกีฬาที่มีอากาศเย็นจะช่วยให้ฝึกได้นานขึ้น ถ้าไม่สามารถสร้างห้องเย็นฝึกได้ ควรทำการฝึกซ้อมกีฬาในเวลาเช้าหรือเย็นซึ่งอุณหภูมิของอากาศไม่ร้อนจัด.

๒. ในที่อากาศมีอุณหภูมิและความชื้นสูงมาก ควรออกกำลังกายแต่น้อยหรืองดการฝึกถ้าทำได้ เพราะสภาพอากาศเช่นนี้ถ้าออกกำลังกายอย่างหนักเกินควร เป็นอันตรายต่อร่างกายได้.

^{๒๗} Branch, J.H. : "Physiological and Pathological effects of severe exertion "The marathon race", Physiology of Exercise (Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1967) p. 127

๓. หลังการออกกำลังกายหรือทำงานในที่อากาศร้อนมาก ๆ ควรดื่มน้ำสมเกลือให้เพียงพอเพื่อทดแทนน้ำและเกลือที่ร่างกายสูญเสียไปในระหว่างทำงานหรือออกกำลังกาย.

ในการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องอิทธิพลของสภาพอากาศที่มีต่อการออกกำลังกายหรือการทำงาน เป็นสิ่งที่ยังไม่มีใครศึกษากันอย่างจริงจังในประเทศเรา; ทั้ง ๆ ที่ประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น ซึ่งทำให้สมรรถภาพในการทำงานต่ำ. การศึกษาของผู้วิจัยในเรื่องการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะออกกำลังกาย และการฟื้นตัวในตัวในอุณหภูมิต่าง ๆ นี้ยังอยู่ในขอบเขตจำกัดและเป็นความรู้พื้นฐานที่จะทำการทดลองต่อไปเพื่อหาข้อเท็จจริงอันจะนำไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ ทั้งในด้านการกีฬา, การแพทย์, โรงงานอุตสาหกรรมและการทำงานโดยทั่วไป. ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรมีการวิจัยต่อไปในเรื่องต่อไปนี้.

๑. การเสียเหงื่อในการออกกำลังกายในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพของร่างกาย (ความสามารถในการทำงาน) และปริมาณเหงื่อที่สูญเสียไป ศึกษาการสูญเสียเกลือ, อุณหภูมิในร่างกาย.

๒. การฟื้นตัวในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน. ใญ่ถูกทดลองออกกำลังกายในอากาศที่มีอุณหภูมิปกติ (๒๕-๓๐° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๖๐-๗๐ %) และฟื้นตัวในอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาระยะเวลาที่ร่างกายคืนสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการฝึกกีฬา.

๓. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำงานขนาดต่าง ๆ ในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน. ใญ่ถูกทดลองทำงานหรือออกกำลังกายขนาดเบา, ปานกลาง และหนักในอากาศต่างๆ, ศึกษาระยะเวลาฟื้นตัวจนเข้าสู่ระดับปกติ. นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาระยะเวลาพักหลังจากออกกำลังกายที่เหมาะสม การวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมในการจัดเวลาทำงานและเวลาพักที่เหมาะสมให้กับคนงาน. เพื่อให้คนงานสามารถทำงานได้โดยมีสมรรถภาพสูงสุด.

๔. ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ (O_2 Consumption) ในระหว่างออกกำลังกายและการใช้หนี้ออกซิเจน (O_2 -debt) ภายหลังจากออกกำลังกายในอุณหภูมิและความชื้นที่ต่างกัน.

๕. การเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร, ความดันโลหิต, ในการออกกำลังกาย ในอุณหภูมิและความชื้นที่ต่างกันของหน่วยต่าง ๆ.

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะที่ออกกำลังกาย และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยให้ลิตชายที่มีสุขภาพแข็งแรงไม่เป็นโรคหัวใจและมีสมรรถภาพทางกายดี จำนวน ๔ คน, ออกกำลังกายจักรยานวัดงานในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ กันคือ ร้อนชื้น (อุณหภูมิ ๔๐° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๗๕%), ร้อนแห้ง (อุณหภูมิ ๔๐° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๕๐%), และเย็น (อุณหภูมิ ๒๐° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๕๐%) โดยลำดับ. เริ่มต้นด้วยจักรยานวัดงานโดยใช้น้ำหนักดวงที่พอเหมาะตามผลที่ได้จากการทดสอบขั้นต้น (Pre - test) และเพิ่มน้ำหนักดวง ๐.๕ กิโลปอนด์ทุก ๒ นาทีจนกระทั่งผู้ถูกทดลองถือต่อไปไม่ไหวหรือหมดแรง, บันทึกผลการตรวจร่างกายก่อนออกกำลังกาย, ขณะออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกาย เกี่ยวกับอัตราการเต้นของชีพจร, อัตราการหายใจ, ความดันโลหิต, และน้ำหนักตัวเพื่อนำมาศึกษาต่อไป.

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พบว่า

๑. อัตราชีพจรก่อนทดลอง (ขณะนั่งพัก) และในขณะที่ออกกำลังกายในอุณหภูมิทั้งสามแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิและความชื้นของอากาศสูงขึ้น อัตราชีพจรสูงขึ้นด้วย. แต่ชีพจรสูงสุดเมื่อออกกำลังกายเต็มที่ไม่ว่าแตกต่างกัน. ในการฟื้นตัวในระยะ ๖ นาทีในอากาศร้อนชื้นอัตราชีพจรลดลงช้า, ในอากาศร้อนแห้งลดลงเร็วขึ้น และในอากาศเย็นชีพจรลดลงเร็วที่สุด

๒. อัตราการหายใจก่อนทดลอง (ขณะนั่งพัก) ในอุณหภูมิที่ทำการทดลองทั้งสามระดับไม่แตกต่างกัน. แต่ในขณะออกกำลังกาย (๒ นาที) อัตราการหายใจเพิ่มเร็วขึ้นเป็นลำดับ ในอากาศเย็น, ร้อนแห้ง, และร้อนชื้น. ในการฟื้นตัว (๒ นาที) ในอุณหภูมิต่าง ๆ อัตราการหายใจลดลงไม่แตกต่างกัน.

๓. ความดันชีพจร (pulse pressure) ขณะนั่งพักก่อนทำการทดลองในสภาพอากาศที่แตกต่างกันนี้ มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิเล็กน้อย. ในนาทีที่ ๑ ของระยะฟื้นตัว ความดันชีพจรลดลงอย่างรวดเร็ว, โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอากาศเย็น, ร้อนแห้ง, และร้อนชื้นตามลำดับ. ในระยะฟื้นตัว นาทีที่ ๒ และ ๑๒ ความดันชีพจรไม่แตกต่างกันในทั้งสามอุณหภูมิ

๔. ในระยะออกกำลังกายและระยะฟื้นตัวในอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง, เหงื่อออกมากกว่าในระยะเหมือนกันในอากาศร้อนแห้งและในอากาศเย็น.