



การอภิปรายผลการวิจัย, ข้อเสนอแนะ, และสรุปผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นำมาแสดงว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจน (ภาพที่ ๑) ที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๓๐° ซ ต่างกันเพียงเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, แต่ที่อุณหภูมิ ๔๐° ซ สมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ. เป็นที่น่าสังเกตว่าการเปลี่ยนแปลงในสมรรถภาพการจับออกซิเจนนี้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในปริมาณงานทั้งหมด (Total work done) ที่ได้จากการออกกำลังกายจักรยานวัดงานจนอัตราชีพจรถึง ๑๕๐ ครั้งต่อนาที, ดังแสดงในภาพที่ ๔. ในภาพนี้เห็นได้ว่าในอุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๓๐° ซ ปริมาณงานที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, แต่ที่อุณหภูมิ ๔๐° ซ ค่าของปริมาณงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. แสดงว่าการออกกำลังกายในอุณหภูมิ ๔๐° ซ สมรรถภาพของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตลดลง, ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ จอห์นสัน (Johnson) ที่ว่า "การออกกำลังกายในอากาศร้อนทำให้สมรรถภาพการไหลเวียนของโลหิตในเส้นโลหิตฝอยใต้ผิวหนังลดลง, และโลหิตไหลกลับจากผิวหนังก็ไม่สะดวก, ทำให้ร่างกายรู้สึกไม่สบาย, อุณหภูมิที่ผิวหนังเพิ่มขึ้น, ทำให้สมรรถภาพการปรับอุณหภูมิของร่างกายลดลง." สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การออกกำลังกายในอากาศร้อนทำให้โลหิตไหลเวียนผ่านใต้ผิวหนังเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกายมากขึ้นกว่าการออกกำลังกายในอากาศที่เย็นกว่า, ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ไหลเวียนกลับเข้ามาในส่วนที่หดตัวลดลง, เกิดกรดแลคติกมากขึ้น, เป็นเหตุให้สมรรถภาพการทำงานของร่างกายลดลงอย่างรวดเร็ว.

เป็นที่น่าสนใจที่พบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนและปริมาณงานทั้งหมดที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๓๐° ซ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. เมลเลอร์วิทซ์^{๑๖} พบว่า

^{๑๕} Morehouse E. Laurence, and Miller, Augustus T., Jr., Physiology of Exercise (Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1967), p. 220.

^{๑๖} เมลเลอร์วิทซ์, เรื่องเดิม, หน้า ๓๓.

"จากประสบการณ์ในวงการกีฬาทั่ว ๆ ไปมีอยู่ว่าอุณหภูมิต่ำ (น้อยกว่า ๒๐° ซ) มีผลดีต่อการออกกำลังกายประเภทพ่นมากกว่าอุณหภูมิสูง!" ในเรื่องนี้อาจเนื่องมาจากผู้ถูกทดลองของเขา เคยชินกับการออกกำลังกายในอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ ๒๐ - ๒๕° ซ). แต่ผู้ถูกทดลองในการทดลองครั้งนี้เคยชินกับอุณหภูมิระดับกลาง (ประมาณ ๒๕ - ๓๓° ซ), ไม่เคยชินกับอุณหภูมิต่ำ (๒๐° ซ). ดังนั้นจึงควรตีความการทดลองให้ออกกำลังกายในอุณหภูมิ ๓๐° ซ เป็นการออกกำลังกายในอุณหภูมิธรรมดาของผู้ถูกทดลองครั้งนี้, และไม่เป็นสาเหตุให้สมรรถภาพ ของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจลดลงแต่อย่างใด. โดยเหตุที่ว่าความเคยชินกับอุณหภูมิของอากาศมีส่วนช่วยให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพว่าการไม่เคยชิน. ในเรื่องนี้ บัสเคิร์ก (Buskirk) และบาสส์ (Bass) พบว่า "นักกีฬาที่เคยชินกับการออกกำลังกายในอากาศร้อนสามารถออกกำลังกาย (ทำงานในที่ร้อน) ได้โดยที่อุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า, อัตราชีพจรต่ำกว่า, ความดันโลหิตที่คงที่ (Stable) มากกว่า, ทั้งยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า, โดยสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าผู้ที่ไม่เคยชินกับอากาศร้อน".

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในภาพที่ ๒ ค่าเฉลี่ยของการใช้ออกซิเจนซึ่งได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจ, ในอุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๓๐° ซ, และอุณหภูมิ ๓๐° ซ กับ ๔๐° ซ เกือบแตกต่างกันน้อยวงมีนัยสำคัญ ($t = ๒.๔๔$, และ $t = ๒.๔๔$ ตามลำดับ) ที่ระดับ ๕๕ เปอร์เซ็นต์ ($t = ๒.๕๙$), และถ้าพิจารณาจากตัวเลข (ค่าเฉลี่ยทั้ง ๖ คน) จะเห็นว่าในการออกกำลังกายด้วยจักรยานวัดงานในอุณหภูมิ ๓๐° ซ ผู้ถูกทดลองใช้ออกซิเจนในปริมาณที่น้อยกว่า (- ๑๖.๕ เปอร์เซ็นต์) ในอุณหภูมिर้อน. แต่ในอุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๔๐° ซ ปริมาณการใช้ออกซิเจนเกือบเท่ากัน, จึงเป็นที่น่าประหลาดใจว่าถ้าถือตามผลของเมดเลโรวิทซ์ และ บัสเคิร์ก ที่อ้างข้างต้น, การใช้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๔๐° ซ ควรจะแตกต่างกัน. ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ให้ผู้ถูกทดลองออกกำลังกายจนหมดแรง, กล่าวคือเพียงให้ผู้ถูกทดลองออกกำลังกายด้วยจักรยานวัดงานจนอัตราชีพจรถึง ๑๔๐ ครั้ง

^{๑๑} Elsworth R. Buskirk, and David E. Bass, "Climate and Exercise," Science and Medicine of Exercise and Sports (New York: Harper & Row Publishers, 1960), p. 325.

ก่อนที่ก๊าทให้หยุดดื่ม, จึงไม่อาจทราบว่ถ้าให้ออกกำลังต่อไปจนหมดแรงแล้วเก็บอากาศหายใจออก, มาวิเคราะห์, จะเห็นผลแตกต่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้นหรือไม่.

การวิจัยครั้งนี้อาจได้ผลไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร เนื่องจากมีข้อขัดข้องในเรื่องผู้ถูกทดลอง คือ มีผู้อาสาสมัครให้ทำการทดลองน้อย, และในการทดลองทุกครั้งผู้วิจัยก็ไม่อาจกำหนดให้ถูกทดลองออกกำลังจนหมดแรง. ทั้งนี้เพราะการออกกำลังจนหมดแรงของอาศัยความร่วมมือเป็นอย่างมากจากผู้ถูกทดลองแต่ละคน. อย่างไรก็ตามก็การวิจัยครั้งนี้ให้ความรู้และข้อคิดที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไปหลายประการ.

ขอเสนอแนะ

การวิจัยในเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศแวดล้อม, และความชื้นในอากาศที่มีต่อการทำงานของร่างกาย, หากจะให้ได้ผลชัดเจนยิ่งขึ้น, ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการวิจัยต่อไปในเรื่องดังนี้ คือ

๑) การทดลองให้คนนั่งเฉย ๆ ในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ, ตั้งแต่ต่ำจนถึงสูง, ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร, และอุณหภูมิของร่างกาย.

๒) การทดลองให้ผู้ถูกทดลองออกกำลังจนหมดแรงในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่ต่ำจนถึงสูง, เก็บอากาศหายใจออกมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไป.

๓) การทดลองให้ผู้ถูกทดลองสวมเสื้อผ้าในลักษณะต่าง ๆ กัน, เช่นสวมเสื้อแขนยาว, เสื้อแขนสั้น, และไม่สวมเสื้อ. ในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นของอากาศต่าง ๆ กัน, ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราชีพจร, และอุณหภูมิของร่างกาย.

เนื่องจากการทำงานทุกอย่างของร่างกายขึ้นอยู่กับอิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศแวดล้อม, ความชื้นในอากาศ, และความกดของอากาศ, ความรู้ในเรื่องอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมดังกล่าวจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ครูพลศึกษา, ครูผู้ฝึกกีฬา, และนักกีฬา, ตลอดจนผู้ทำงานในวงการแพทย์, และอุตสาหกรรมต่าง ๆ. ครูสอนพลศึกษาจะทราบว่าเวลาใด, อุณหภูมิและความชื้นเท่าใดที่เหมาะสมแก่การออกกำลังกาย, และให้ประโยชน์จากกิจกรรมนั้นๆ แก่ร่างกายอย่างเต็มที่. ครูผู้ฝึกกีฬาจะทราบว่าการเล่นกีฬาเคยชินกับอากาศที่นักกีฬาจะต้องแข่งขันเป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์อย่างยิ่ง. นักอุตสาหกรรมจะสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ประโยชน์

ในการปรับอุณหภูมิ, ความชื้น, หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ให้เหมาะกับการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพของแรงงานให้ดียิ่งขึ้น. นอกจากนี้วงการแพทย์ยังจะใคร่รับประโยชน์ของการที่จะพิจารณานำเอาความรู้นี้ไปใช้ในการปรับปรุงภาวะแวดล้อมให้เหมาะต่อการเป็นสภาพของคนไข้, ตลอดจนการพิจารณาถึงลักษณะและสีของเครื่องแต่งกายให้เหมาะกับการทำงานในภาวะแวดล้อมแต่ละชนิด. โดยเหตุที่ในเรื่องเหล่านี้ในปัจจุบันยังไม่ได้มีการค้นคว้าวิจัยกันโดยละเอียดพอเพียง, เพื่อให้ได้ความรู้ที่กว้างขวางต่อไป, ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะได้มีการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิ, ความชื้น, และความกดดันของอากาศที่มีต่อการทำงานในระดับต่าง ๆ กัน, การวิจัยในเรื่องความเคยชินและความทนทานของร่างกายต่อสภาพของอากาศต่าง ๆ กัน, การหลังเหงื่อและการระบายความร้อนของร่างกายจากการออกกำลังกาย (ทำงาน) ในอุณหภูมิและความชื้นของอากาศต่าง ๆ, ตลอดจนการวิจัยถึงลักษณะและสีของเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมสำหรับการทำงานในภาวะแวดล้อมต่าง ๆ.

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาและเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนของร่างกาย, ขณะออกกำลังกาย, ซึ่งคำนวณได้ตามหลักเกณฑ์ของ ออสตรานด์, กับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจซึ่งเก็บไว้ในขณะออกกำลังกาย, ในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน.

ผู้วิจัยได้ทดลองให้นิสิตชายที่มีสุขภาพสมบูรณ์ในระดับกลาง ๖ คนออกกำลังกายในโรงที่มียุณหภูมิต่าง ๆ กันคือ ๒๐° ซ, ๓๐° ซ, และ ๔๐° ซ ตามลำดับ, โดยใช้น้ำหนักถ่วงสูงสุดที่พอเหมาะสมควรกับสมรรถภาพของเขา, ตามที่ได้จากการทดสอบขั้นต้น (Pre - test) ในการทดลองทุกครั้งได้ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศให้เท่ากับ ๖๐ ± ๕ เปอร์เซ็นต์, ความเร็วลมภายในห้องทดลองเท่ากับศูนย์. นับอัตราชีพจรขณะที่ผู้ถูกทดลองถือจักรยานวัดงาน, จนกระทั่งอัตราชีพจรเข้าสู่ภาวะคงตัว, เพิ่มน้ำหนักถ่วงจนถึงขั้นสูงสุดที่เหมาะสม, แล้วให้ถือต่อไปจนอัตราชีพจรถึง ๑๕๐ ครั้งต่อนาที, เก็บอากาศหายใจออกจนครบ ๑ นาทีจึงให้หยุดถือ. นำอากาศหายใจออก, มาวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไป.

จากผลการวิเคราะห์ห่อหมัดที่ได้, พบว่า

๑) ที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ และ ๓๐° ซ สมรรถภาพการจับออกซิเจนและปริมาณงานทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ. แต่สมรรถภาพการจับออกซิเจนและปริมาณงานทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอุณหภูมิ ๔๐° ซ.

๒) ในการใช้ออกซิเจนของร่างกาย, ปรากฏว่าปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไปในอุณหภูมิปานกลาง (๓๐° ซ), น้อยกว่า (-๑๓.๓ และ -๑๖.๕%) ในอุณหภูมิ ๒๐° ซ และ ๔๐° ซ. ในทั้งสามระดับอุณหภูมินี้, การใช้ออกซิเจนของร่างกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในอุณหภูมิ ๒๐° ซ กับ ๓๐° ซ, และ ๓๐° ซ กับ ๔๐° ซ, การใช้ออกซิเจนแตกต่างกันเกือบมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๕๕ เปอร์เซ็นต์.