

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ใหม่ที่น่าสนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของกล้ามเนื้อ (Behavior of muscle) เริ่มควยผลจากการวิจัยของ เฟลทเชอร์ (Fletcher) ^{๒๑} เรื่องการแลกเปลี่ยนแก๊สของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นเรื่องของสรีรวิทยาโดยตรง ต่อจากนั้นก็มีการวิจัยในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเพิ่มความร้อนของร่างกาย การแลกเปลี่ยนแก๊ส กรดแลคติกและกลัยโคเจนของกล้ามเนื้อ และอื่น ๆ อีกมากมาย จากการศึกษาคนควาคงกล่าวทำให้วิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกายมีขอบเขตกว้างขวางยิ่งขึ้น ปัญหาต่าง ๆ ใ้รับการแก้ปัญหา ทำให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ดูเหมือนว่าปัญหาใหม่ ๆ จะเกิดขึ้นมาพร้อมกับการแก้ปัญหาที่หมดไปควยเสมอ การวิจัยครั้งนี้พยายามจะศึกษาให้ทราบในสิ่งใ้เรายังมีความสงสัยกันอยู่เกี่ยวกับปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายในขณะที่ออกกำลังกายในสภาพอากาศแวดล้อมแบบต่าง ๆ แต่มีการวิจัยหลายเรื่องใ้ทำการทดลองคนควาค้างในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังใ้รวบรวมนามกล่าวควอไปนี้

ใ้ปีการศึกษา ๒๕๑๓ บรรจง คณะวรรณ ^{๒๒} ใ้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาหาส่วนเทียบของออกซิเจนใ้ถูกใ้หมดไปกับปริมาณอากาศหายใจเขา (Respiratory Equivalent) ในระหว่างการทำงานในระดับต่าง ๆ ในอุณหภูมิใ้ต่างกัน ใ้มีความมุ่งหมายใ้จะเปรียบเทียบว่า ในระหว่างการทำงานในระดับต่าง ๆ ในอุณหภูมิใ้แตกต่างกันนั้น ร่างกายสามารถจับออกซิเจนจากอากาศหายใจเขาใ้มาใ้เพื่อการทำงานใ้แตกต่างกันใ้อย่างไร ผลปรากฏว่า การทำงานในระดับใ้ใ้ระดับหนึ่ง (เบา, ปานกลางหรือหนัก) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (๒๐° ซ., ๓๐° ซ. และ ๔๐° ซ.) ก๊าซของ R.H.

^{๒๑}

Roscoe C. Brown, and Gerald S. Kenyon, Classical Studies on Physical Activity (Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1968), p. 3.

^{๒๒} บรรจง คณะวรรณ, "การศึกษาหาส่วนเทียบของออกซิเจนใ้ถูกใ้หมดไปกับปริมาณอากาศใ้หายใจเขาในระหว่างการทำงานในระดับต่าง ๆ ในอุณหภูมิใ้ต่างกัน," (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยศ., ๒๕๑๔).

จะเพิ่มขึ้นตามไป และสำหรับการทำงานต่างระดับ (เบา, ปานกลางและหนัก) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ค่าของ R.E. เปลี่ยนแปลงเฉพาะในอุณหภูมิสูง (๔๐° ซ.) คือสูงขึ้นตามปริมาณงาน

ในปีเดียวกัน รัชนี ขวัญบุญจันทร์^{๒๓} ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาสภาพดังกล่าวในขณะออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า การออกกำลังกายในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ กัน เมื่ออุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น อัตราการหายใจและความดันโลหิตก่อนทำการทดลองต่างกันเพียงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการไหลเวียนเร็วขึ้น ในขณะออกกำลังกาย อัตราชีพจรและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นไปตามอุณหภูมิและความชื้น ในอากาศเย็น ร้อนแห้ง และร้อนชื้น ตามลำดับ ในระยะฟื้นตัว (๒ นาที) อัตราการหายใจลดลงโดยไม่แตกต่างกันในทั้งสามอุณหภูมิ แต่ในอากาศร้อนชื้นอัตราการไหลเวียนลดลงช้าที่สุด ในอากาศร้อนแห้งลดลงเร็วกว่า และในอากาศเย็นลดลงเร็วที่สุด ในนาทีที่ ๑ ของระยะฟื้นตัว ความดันโลหิตและความดันชีพจรลดลงเร็วที่สุดในอากาศเย็น และช้าที่สุดในอากาศร้อนชื้น ในระยะฟื้นตัวในนาทีที่ ๒ และที่ ๑๒ ความดันชีพจรไม่แตกต่างกันในทั้งสามภาวะ ระยะออกกำลังกายและระยะฟื้นตัวในอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง เหนือออกมากกว่าในระยะเหมือนกันในอากาศเย็นและในอากาศร้อนแห้ง

ในปีต่อมา สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์^{๒๔} ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนในขณะออกกำลังกายตามวิธีของออสทรานด์กับวิธีวิเคราะห์ห่ออากาศหายใจ โดยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาผลการวัดการจับออกซิเจนของร่างกายขณะออกกำลังกายซึ่งคำนวณได้จากหลักเกณฑ์ของออสทรานด์ เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ห่ออากาศหายใจซึ่งเก็บไว้ในขณะออกกำลังกาย เมื่อทำงานในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ผลการวิจัยปรากฏว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ. กับ ๓๐° ซ. ต่างกันเพียงเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อุณหภูมิ ๔๐° ซ. สมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การไหลออกซิเจนจากผลการออกกำลังกายที่อุณหภูมิ ๓๐° ซ. น้อยกว่าที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ. กับ ๔๐° ซ. แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการของออส-

^{๒๓} รัชนี ขวัญบุญจันทร์, "การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะออกกำลังกายและการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, ๒๕๑๓).

^{๒๔} สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์, "การเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนในขณะออกกำลังกายตามวิธีของออสทรานด์กับวิธีวิเคราะห์ห่ออากาศหายใจ" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, ๒๕๑๔).

ตรงนี้อาจไม่เหมาะกับการทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายในอุณหภูมิ ๔๐ ° ซ. แต่อาจใช้ได้กับการทดสอบในอุณหภูมิ ๒๐ ° ซ. ถึง ๓๐ ° ซ.

ในปีการศึกษา ๒๕๑๕ เพทวาณี สมะพันธ์^{๒๕} ได้ทำการวิจัยเรื่องอิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพออกซิเจนระหว่างการออกกำลังกาย โดยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาอิทธิพลของอากาศแวดล้อมและเครื่องแต่งกายต่อสมรรถภาพออกซิเจนในขณะออกกำลังกาย ผลการทดลองพบว่าอากาศปกติ (๒๔ ° ซ.) เป็นอากาศที่เหมาะสมกับการออกกำลังกายมากที่สุด ช่วยให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานกว่า ได้ปริมาณงานมากกว่าและมีสมรรถภาพออกซิเจนสูงกว่าในอากาศร้อน (๔๐ ° ซ.) และในทำนองเดียวกันอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ปกติ (๖๕ %) ก็เป็นอากาศที่เหมาะสมกับการออกกำลังกาย ช่วยให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานกว่า ได้ปริมาณงานมากกว่าและมีสมรรถภาพออกซิเจนสูงกว่าอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (๘๐%) นอกจากนี้ยังพบว่า เครื่องแต่งกายแบบเปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าแบบปิดเกือบทุกสภาพอากาศแวดล้อม เว้นแต่ในอากาศร้อนชื้น ซึ่งเครื่องแต่งกายแบบปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าเล็กน้อย สำหรับสมรรถภาพออกซิเจนนั้น เครื่องแต่งกายไม่มีอิทธิพลแต่ประการใด

เป็นที่ทราบกันดีว่าอากาศร้อนและความชื้นมีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการทำงาน (และออกกำลังกาย) ที่สำคัญคือ เป็นอุปสรรคต่อการระบายความร้อนของร่างกาย จากการทดลองของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา^{๒๖} พบข้อสำคัญดังนี้

๑. อิทธิพลของความร้อนและความชื้นเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายในอากาศเย็นแห้ง (๒๐ ° ซ. ความชื้น ๕๐%) ในการทำงานในอากาศร้อนชื้น (๔๐ ° ซ. ความชื้น ๘๐%) สมรรถภาพการทำงานลดลง ๓๐% ถึง ๓๖% แต่ทำงานในอากาศร้อนแห้ง (๔๐ ° ซ. ความชื้น ๕๐%) สมรรถภาพการทำงานลดลงเพียง ๑๓% ถึง ๑๔% เท่านั้น

๒. สมรรถภาพการทำงานในอุณหภูมิต่าง ๆ กันแต่ความชื้นคงที่ (๕๕% - แห้ง) ในอุณหภูมิ ๒๐ ° ซ. ถึง ๓๐ ° ซ. ได้สมรรถภาพการทำงานเกือบเท่ากัน แต่เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน ๓๐ ° ซ. สมรรถภาพการทำงานลดลงอย่างรวดเร็วต่างจากในตอนแรก สมรรถภาพการทำงานระหว่างอุณหภูมิ

^{๒๕} เพทวาณี สมะพันธ์, "อิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพออกซิเจนระหว่างการออกกำลังกาย" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, ๒๕๑๕).

^{๒๖} อววย เกตุสิงห์และคณะ, "อิทธิพลของอากาศต่อสมรรถภาพการทำงาน (และการออกกำลังกาย)" (กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย, ๒๕๑๒). (อัครสำเนา)

๒๐ °ซ. กับ ๓๐ °ซ. ต่างกัน ๕ % แทร่หว่าง ๓๐ °ซ. กับ ๔๐ °ซ. ต่างกันถึง ๑๕ % เห็นได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก ๒๐ °ซ. ถึง ๔๐ °ซ. ในอากาศแห่งสมรรถภาพการทำงานลดลง ๒๐ % ซึ่งตรงกับขอคนพบในขอ (๑) ดังนั้นอุณหภูมิวิกฤติสำหรับการออกกำลังกายในอากาศร้อนจึงอยู่ระหว่าง ๓๐ °ซ. กับ ๓๕ °ซ.

๓. สมรรถภาพการทำงานในอากาศชื้นต่าง ๆ กันแต่อุณหภูมิคงที่ พบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า ๒๕ °ซ. ความชื้นของอากาศไม่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการทำงาน แต่อุณหภูมิสูงกว่า ๓๐ °ซ. ความชื้นตั้งแต่ ๖๐ % ขึ้นไปทำให้สมรรถภาพการทำงานลด และลดต่ำ มากอย่างรวดเร็วเมื่อความชื้นสูงขึ้นไปเกิน ๖๐ %

ผลการวิจัยทั้ง ๓ ชุด แสดงว่าอากาศร้อนและความชื้นเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน โดยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากร่างกาย

เพราะฉะนั้นในการทำงานหรือฝึกซ้อมกีฬา ถ้ากระทำในอากาศเย็น (๒๕ °ซ. หรือ ต่ำกว่า) และแห้ง (ความชื้น ๕๕ % หรือต่ำกว่า) จะได้สมรรถภาพสูงกว่าในอากาศร้อนและชื้น อากาศเย็น (๒๕ °ซ.) และแห้ง (๕๕ %) อาจพบในท้องที่ไซเคิลเครื่องปรับอากาศ (๒๐ - ๒๒ °ซ., ๕๕-๖๐ %)

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๐ บัสเคอร์คและบาส (Buskirk and Bass)^{๒๖} พบว่านักกีฬาที่เคยชินกับการออกกำลังกายในอากาศร้อน สามารถออกกำลังกายในที่ร้อนได้โดยที่อุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า อัตราชีพจรต่ำกว่า ความดันโลหิตคงที่มากกว่า ทั้งยังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าโดยสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าผู้ที่ไม่เคยชินกับอากาศร้อน

ในปีเดียวกัน แอล บรูฮา (L. Brouha)^{๒๗} ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไป ในสภาพอากาศแวดล้อมปกติ (๓๐ °ซ., ความชื้นสัมพัทธ์ ๕๐ %) พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรกลับสู่สภาพปกติไ้ช้ากว่า ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายจับไว้ (Oxygen intake) แมวปริมาณการไหลออกซิเจนของร่างกายจะเข้าสู่ระดับปกติแล้ว อัตราการเต้นของหัวใจยังคงสูงกว่าปกติ หลังการออกกำลังกาย ปริมาณการไหลออกซิเจนเข้าสู่

^{๒๖}

Elsworth R. Buskirk, and David F. Bass, "Climate and Exercise," Science and Medicine of Exercise and Sport (New York: Harper and Row Publishers, 1960), p. 325.

^{๒๗}

Karpovich, Ibid, p. 172.

สภาพปกติอย่างรวดเร็ว แต่อัตราการหายใจยังไม่กลับสู่สภาพปกติ แม้วาเวลาจะล่วงเลยไป ๑ ชั่วโมงแล้วก็ตาม

ในปี ๑๙๖๓ บรูฮาและคณะ^{๒๘} (Brouha and others) , ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจและการใช้ออกซิเจนในขณะที่ออกกำลังกายในที่ร้อน พบว่าโดยทั่วไปการใช้ออกซิเจนในภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เท่ากัน การทำงานในที่ร้อนอัตราการหายใจไม่สามารถขึ้นถึงภาวะคงตัว (steady state) แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่การใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับคงที่ ซึ่งแสดงว่าการทำงานในที่ร้อน อัตราการหายใจจะแสดงให้เห็นผลต่างได้ดีกว่าการใช้ออกซิเจน

ในปี ๑๙๗๐ เพอร์เนย์, เคอร์โรน และเพททิต^{๓๐} (Pirnay, Deroanne and Pettit) ได้ศึกษาถึงปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย ในสภาพอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง (๔๖ °C D.B, ๓๕ °C W.B) ใช้วิธีการทดลอง ๒ วิธี โดยมีผู้รับการทดลอง ๒ กลุ่ม ผู้รับการทดลองสองกลุ่มแรกเป็นชาวเหมือง ทำการออกกำลังกายทันทีที่เขาไปในห้องทดลองที่ปรับอุณหภูมิแล้ว จากการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันกับการออกกำลังกายในสภาพอากาศแวดล้อมปกติ หลังจากนั้นให้นักเรียนออกกำลังกายในระดับเดียวกัน โดยมีสภาพอากาศแวดล้อมเป็น ๒๓ °C D.B, ๑๖ °C W.B. การออกกำลังกายจะกระทำเมื่อเขาอยู่ในห้องทดลองเป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ ผลการทดลองปรากฏว่า สมรรถภาพในการทำงานลดลง (Work Capacity) ปริมาณการใช้ออกซิเจนลดลงถึง ๒๕ % สรุปได้ว่า หลังจากที่ร่างกายได้รับความร้อนเป็นเวลานาน ๆ การปรับตัวของระบบไหลเวียนของโลหิตในขณะที่กล้ามเนื้อออกกำลังกายมีประสิทธิภาพดีขึ้น

001508

๒๘

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

๓๐

F.Pirnay,R.Deroanne, andJ.M.Pettit, "Maximum Oxygen Consumption in a Hot Environment," Journal of Applied Physiology, 218(5):642-645, 1970.

ในปี ๑๙๗๑ ดิกกี เทอร์แมน โดเวลล์ (Dickie Thurman Dowell) ได้ศึกษาถึงผลของความรอนแห้งจากการอาบน้ำรอนแบบเซนา (Sauna Bath) ที่มีต่อการปฏิบัติงานของร่างกายในคานกำลังขา (leg power) ความคล่องแคล่วว่องไว ความอดทน และความไวทางคานจิตใจ (mental alertness) โดยให้ผู้รับการทดลองจำนวน ๕๒ คน ทำการทดสอบหลังจากที่ได้มีการอาบน้ำรอนและไม่ได้มีการอาบน้ำรอน โดยทดสอบกำลังขา ความคล่องแคล่วว่องไว ความอดทน และความตื่นตัวทางคานจิตใจ ผลการทดลองพบว่า การอาบน้ำรอนไม่ทำให้การทดสอบกำลังขาและความคล่องแคล่วว่องไวของร่างกายมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพในการวิ่งทนลดลง โดยมีเวลาในการวิ่งเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการอาบน้ำรอนทำให้ความตื่นตัวทางคานจิตใจดีขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะว่า ก่อนที่จะมีการทดสอบการทำงานของร่างกาย ควรจะให้ผู้รับการทดลองอาบน้ำรอนก่อน และถ้าจะตองวิจัยเรื่องนี้อีกจะตองหาวิธีการที่จะควบคุมองค์ประกอบทางคานจิตวิทยาด้วย และควรจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความตื่นตัวทางคานจิตใจกับการประกอบกิจกรรมทางคานร่างกายด้วย

Dickie Thurman Dowell, "The Effects of Dry Heat in a Sauna Bath upon Performance of Certain Physical and Mental Tasks," Dissertation Abstracts International, 32(1):222-A, 1971.