

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของร่างกาย เพื่อศึกษาหาเรื่องราวใดที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ เท่าที่ค้นมาได้มีดังนี้

✓ ปี ค.ศ. ๑๙๕๗ เม็ลเลอร์วิทซ์ และ ดรานส์เฟลด์ (Mellerowicz and Dranfeld) ทำการทดสอบความสมรรถนะทางกายด้วยวิธี PWC 170 กับผู้หญิงและผู้ชาย อายุระหว่าง ๒๐ - ๓๐ ปี เพศละ ๑๐๐ คน โดยกำหนดงานเริ่มต้น ๑ วัตต์/๑ กก. และ ๒ วัตต์/๒ กก. เพิ่มงานทุก ๆ ๓ นาที พบว่าค่าปานกลางของ PWC 170 สำหรับชาย เท่ากับ ๓ วัตต์/๑ กก. (± ๕ วัตต์) สำหรับหญิงเท่ากับ ๒.๕ วัตต์/กก. (± ๕ วัตต์)^๑

ในปีเดียวกัน เอลส์เวิร์ท บัสเคิร์ก และ เฮนรี แอล เทย์เลอร์ (Elsworth Buskirk and Henry L. Taylor) ได้ศึกษาเรื่องความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด และความสัมพันธ์ทางกายที่ได้รับการฝึกเป็นพิเศษติดต่อกันเป็นประจำ และความอ่อน พยายามรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจะต้องแสดงออกมาเป็นตอกีโลกรัมของน้ำหนักตัว เมื่อคำนวณความสามารถในการทำงานประเภทอดทน ^๒

^๑ Mellerowicz Harald and Dranfeld, Ergometric, 2 Auflage. (München - Berlin : Urban and Schwarzenburg, 1975), pp. 343 - 344.

^๒ Elsworth Buskirk and Henry L. Taylor, "Maximal Oxygen Intake and its Relation to Body Composition, with Special Reference to Chronic Physical Activity and Obesity", Journal of Applied Physiology 11 (July 1957) : 72 - 78.

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๒ โบรฮาร์ และ เอ็น อี แมกซ์ฟิลด์ (L. Brouha and M.E. Maxfield) ได้ศึกษาภาวะความเครียดในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้อออกแรงทำงานในอุณหภูมิต่ำ และการฟื้นตัวหลังจากออกแรงในอุณหภูมินั้น ๆ โบรฮาร์ และ แมกซ์ฟิลด์ ได้ทดลองในห้องชีวอากาศ ใหญ่ถูกทดลองเป็นชาย ๑ คน เป็นหญิง ๑ คน โดยถีบจักรยานวัดงาน พบว่าในการทำงานที่อุณหภูมิแวดล้อมสูง ปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายให้หมดไปจะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น ส่วนการฟื้นสภาพปกติของกล้ามเนื้อหลังจากออกแรงในอุณหภูมิต่าง ๆ อุณหภูมิแวดล้อมไม่เป็นเครื่องชี้บอกชี้แจงว่ากล้ามเนื้อที่ถูกใช้งานในภาวะเช่นนี้ จะทำให้กล้ามเนื้อมีความเครียดเพิ่มขึ้นหรือลดลง อัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นชี้แจงถึงสภาพความเครียดในการทำงานของกล้ามเนื้อ และการที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นจากความร้อนทั้งภายในและภายนอกในการทำงานนั้น ๆ ^๑

ปี ค.ศ. ๑๙๖๓ แจค เอช วิลมอร์ (Jack H. Wilmore) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และความสามารถในการทำงานโดยใช้วิธีวิเคราะห์หอากาศที่หายใจ และเวลาที่ใช้ถีบจักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) ปรากฏว่าความสัมพันธ์จะลดลงอีก เมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว คือมีค่าเท่ากับ ๐.๓๗ และความสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันมีค่าเท่ากับ ๐.๑๘ อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างความอดทนในการทำงาน กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และกับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็น

^๑ L.Brouha and M.E. Maxfield, " Practical Evaluation of Strain in Muscular Work and Heat Exposure by Heart Rate Recovery Curves ", Research Abstract 35 (January 1966) : 87.



มิลลิลิตร/น้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมัน/นาที มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ ๐.๓๘ และ .๖๔ ตามลำดับ แสดงว่าความอดทนในการทำงานและสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุด เป็นเครื่องวัดความสามารถในการทำงาน และเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานประสานกันระหว่างระบบหายใจและระบบไหลเวียนของโลหิต มีข้อเสนอแนะว่า สหสัมพันธ์จะมีค่าสูง ถ้าเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้ถูกทดลองให้เพียงพอ และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้ถูกทดลองได้อย่างดี^๑

/ในปีเดียวกัน อาร์ เมสสิน, เอส คีกรี, พี แวนเคอร์มอเพน และ เชช คีโนลีน (Kenneth F. Metz and John F. Alexander) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องทดสอบความสมบูรณ์ในหทัยวิทยา โดยใช้เครื่องวัด ๓ แบบ คือ มาสเตอร์ทู สเต็ป เทสต์ (Master two Step Test) ทางเลื้อน (Treadmill Test) และจักรยานวัดกำลัง (Bicycle Ergometer) สำหรับจักรยานใช้อัตรารอบถีบ ๔๕ - ๔๙ รอบต่อนาที ผลปรากฏว่า ในการทำงานสูงสุดอัตรารอบถีบที่พอเหมาะคือ ๖๐ รอบต่อนาที และพบว่า การใช้จักรยานวัดกำลังเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกแก่การทดสอบ ได้ผลแม่นยำ และสามารถควบคุมการทำงานได้^๒

ในปีเดียวกัน เคนเนทซ์ เอฟ เมทซ์ และ จอห์น เอฟ อเล็กซานเดอร์ (Kenneth F. Metz and John F. Alexander) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำนายสมรรถ

^๑ Jack H. Wilmore, "Maximum Oxygen Intake and its Relationship to Endurance Capacity on a Bicycle Ergometer", The Research Quarterly 40 (March 1969) : 203 - 210.

^๒ R. Messin, S. Degree, P. Vandermoten and H. Denolin. "Ergometer in Cardiology", Internationales Seminar für Ergometric (Berlin : Ergon - Verlag Ludwing Austermeur, 1967), pp. 15 - 16.

ภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจากการทำงานภาวะต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) ถูกทดลอง ๒๐ คน อายุ ๑๒ - ๑๕ ปี ทดสอบโดยใช้ทางเดิน (Treadmill) ขณะทดสอบบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ, สมรรถภาพการจับออกซิเจน และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจนในอากาศหายใจออก (Respiratory Quotient) ผลปรากฏว่า อัตราการเต้นของหัวใจระหว่างทำงานต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดสามารถทำนายโคจากอัตราการเต้นของหัวใจ สมรรถภาพการจับออกซิเจนและออกซิเจนที่ใช้^๑

ในปีเดียวกัน ชไนเดอร์ (Schneider) ได้ศึกษาพบว่าการออกกำลังกายโดยถีบจักรยานวัดงาน เมื่อเพิ่มปริมาณงานขึ้น (Work Load) อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นตามด้วยเป็นลำดับ ข้อนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กับปริมาณการออกกำลังกาย แต่จากการสังเกตพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขึ้นสูงสุดจนถึงขีดจำกัด (Limiting Value) ในคนที่ขาดการออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจอาจขึ้นสูงถึง ๒๔๐ - ๒๗๐ ครั้งต่อนาที แต่ในคนส่วนมากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกายเต็มที่ประมาณ ๒๐๐ ครั้งต่อนาที^๒

ปี ค.ศ. ๑๙๖๘ แมทที อาสทิลดา (Matti Arstila) ได้ศึกษาการใช้ ECG และเครื่องทดสอบวัดกำลัง ได้พิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจ โดยประเมิน

^๑ Kenneth F. Metz and John F. Alexander, "Estimation of Maximal Oxygen Intake from Submaximal Work Parameter", The Research Quarterly 42 (May 1971) : 137 - 193.

^๒ Schneider, Physiology of Exercise, (Saint Louis : The C.V. Mosby CO., 1967), p.99.

ผลจากผู้ป่วยให้ดื่บจักรยานวัดงาน อัตราดื่บ ๕๐ รอบต่อนาที ใ้ผู้ป่วยทำงานจนไม่สามารถรักษาจังหวะดื่บได้ บั้บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจด้วยเครื่อง ECG ในขณะที่ออกกำลังกาย พบว่าการทดสอบความสมบุรณ์ทางกายใ้ใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเครื่องทดสอบ และเครื่อง ECG สามารถบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอย่างอัตโนมัติถูกต้องและสมบุรณ์

ปี ค.ศ. ๑๙๗๐ เพอร์ โอลอฟ ออสตรานด์ (Per - Olof Astrand) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ กับการใ้ช้ ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Uptake) . ในการทำงานต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal Work Load) โดยดื่บจักรยานวัดงาน ๕๐ รอบต่อนาที พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กับการใ้ช้ ออกซิเจนสูงสุดในขณะทำงาน และสามารถใ้ใช้อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) ในการทำงานเกือบจะสูงสุดมาเป็นเครื่องบอกการใ้ช้ ออกซิเจนสูงสุดโดยมีโนโมแกรม (Nomogram) และตารางแปลค่ากำหนดไว้

ปี ค.ศ. ๑๙๗๒ แลร์รี โรนฮาร์ท เกตตมาน (Larry Rhimeheart Gettman) ได้ศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักและสภาพร่างกายที่มีผลต่อการทดสอบด้วยจักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) และทางเลื่อน (Treadmill) ผู้ถูกทดสอบเป็นนักเรียนชาย ๖๐ คน โดยแบ่งออกเป็น ๔ กลุ่มคือ กลุ่มที่ ๑ สภาพร่างกายปกติ น้ำหนักน้อย กลุ่มที่ ๒ สภาพร่างกายไม่ปกติ กลุ่มที่ ๓ ร่างกายปกติ น้ำหนักมาก และ

๑ Matti Arstila, "Combine ECG and Ergometric Exercise Test Regular by Heart Rate", 2 Internationales Seminar für Ergometric (Berlin : Ergon - Verlag Ludwing Austerneur, 1968), p. 275.

๒ Per - Olof Astrand, "Estimation of the Maximal Oxygen Uptake on the Basis of the Heart Réponse to Submaximal Work Load", in Textbook of Work Physiology, 2d ed. Per - Olof Astrand, and Kaare Rodalh (New York : McGraw - Hill Book Co., 1970), pp. 617 - 619.

กลุ่มที่ ๔ ร่างกายไม่ปกติ น้ำหนักมาก ใ้ทั้ง ๔ กลุ่มทดสอบโดยถีบจักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) และทางเลื่อน (Treadmill) ความหนักของงานแบ่งออกเป็น ๓ ช่วง ทำนายการทำงานโดยใช้อัตราชีพจร ๑๕๐ ครั้งต่อนาที เปรียบเทียบแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยใช้ค่า PWC₁₇₀ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่มีน้ำหนักมาก สภาพร่างกายปกติ ความสามารถในการทำงานดีที่สุด แต่เมื่อคิงานต่อน้ำหนักตัว ๑ กิโลกรัม กลุ่มที่มีน้ำหนักน้อย มีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักมาก คนที่มีสภาพร่างกายปกติสามารถทำงานได้ดีกว่าคนที่มีสภาพร่างกายไม่ปกติ และเสนอแนะว่าในการวัดความสามารถในการทำงานของร่างกาย ควรคำนึงถึงวิธีที่ใช้วัดและกำหนดความหนักเบาของงานด้วย

ในปี ค.ศ. ๑๙๗๒ เอ็ม ออสติน, ดี แวน เกอร์เวน และ พี เคอร์ บรุน ปรี-ไวส์ (M. Ostyn, D. Van Gerven and P. de Bruyn - Prevost) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง อิทธิพลของน้ำหนักตัวที่มีผลต่อการทดสอบการทำงานระดับต่ำกว่าสูงสุด (Submaximall) ของนักกีฬา ผู้ถูกทดลอง ๑๗๘ คน อายุ ๑๘ - ๒๑ ปี ทดสอบถีบจักรยานวัดงาน ทดสอบในเวลาเดียวกันคือ หลังจากเวลา ๑๒.๐๐ น. พบว่าอัตราชีพจร ๑๓๐ ครั้งต่อนาที ผลงานที่ทำไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว แต่เมื่อเพิ่มความหนักของงานจนกระทั่งอัตราชีพจร ๑๗๐ ครั้งต่อนาที พบว่าความสามารถในการทำงานขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัว จากการทดสอบครั้งนี้เห็นความสัมพันธ์ความแตกต่างในน้ำหนักของแต่ละบุคคล การกำหนดความหนักเบาของงานเริ่มต้นพิจารณาจากน้ำหนักตัวของผู้ถูกทดสอบแต่

Larry Rhimeheart Gettman, " Influence of Body Weight and Physical Condition on Bicycle and Threadmill Submaximall Work ", Dissertation Abstracts International 32 (March 1972) : 5017 A.

ละคน ในการทดสอบครั้งนี้กำหนดงานเท่ากับ ๑ วัตตต่อนาทีต่อกิโลกรัม

✓ ในปี ค.ศ. ๑๙๗๒ ฟรานซ์ (Franz) ได้ทำการทดสอบ PWC₁₇₀ กับชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง ๒๐ - ๓๐ ปี โดยเปรียบเทียบวิธีเพิ่มงาน ๓ วิธีต่างกัน ดังนี้ วิธีที่ ๑ เพิ่มงานขึ้นละ ๑๐ วัตตต่อนาที ใช้เวลาทั้งสิ้น ๖ นาที วิธีที่ ๒ เพิ่มงานขึ้นละ ๒๕ วัตตต่อ ๒ นาที ใช้เวลาทั้งสิ้น ๖ นาที วิธีที่ ๓ เพิ่มงานขึ้นละ ๑ วัตตต่อ ๑ กิโลกรัมต่อ ๓ นาที นาทีที่ ๑ ถึงนาทีที่ ๓ ใช้ ๑ วัตตต่อ ๑ กิโลกรัมต่อนำหนักตัว นาทีที่ ๔ ถึงนาทีที่ ๖ ใช้ ๒ วัตตต่อ ๑ กิโลกรัมต่อนำหนักตัว พบว่าการทดสอบทั้ง ๓ วิธีดังกล่าวข้างตน ค่า PWC₁₇₀ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ๒

✓ ในปี ค.ศ. ๑๙๗๓ เจริญทัศน์ จินตนะเสวี ได้ศึกษาเปรียบเทียบ PWC₁₇₀ ซึ่งได้จากการเพิ่มงานที่ต่างกัน ๒ วิธี โดยใช้ผู้ถูกทดลองเป็นชาย อายุระหว่าง ๑๑ - ๓๘ ปี โดยให้ทดสอบด้วยจักรยานวัดงานทั้ง ๒ วิธีดังนี้

วิธีที่ ๑	เพิ่มงานขึ้นละ ๒๕ วัตตต่อ ๒ นาที	งาน ๓ ชั้น
วิธีที่ ๒	เพิ่มงานขึ้นละ ๕๐ วัตตต่อ ๖ นาที	งาน ๒ ชั้น

๑ M. Ostyn, D. Van Gervan and P. de Bruyn Prevost, "In - fluence of Body weight on results obtained by sportman in Sub - maximal work test", Internationes Seminar für Ergometric 3 (Berlin : Ergon-Verlag Ludwig Austermeur, 1972), pp. 201 - 204.

๒ Franz, Ingemar, "Verglichende Untersuchungen Zur Messung der PWC₁₇₀", Internationes Seminar für Ergometric 3 (Berlin : Ergon-Verlag Ludwig Austermeur, 1972), p. 136.

ผลการทดสอบ PWC₁₇₀ ทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ^๑

ในปี ค.ศ. ๑๙๗๖ สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบค่า PWC₁₇₀ โดยให้ออกกำลังที่จักรยานวัดงานด้วยอัตราเร็วต่างกันดังนี้

วิธีที่ ๑ ให้ทำงาน ๓ - ๔ ชั้น ขึ้นละ ๒ นาที โดยกำหนดความหนักของงานคือ ๗๕ วัตต์, อัตราถีบ ๓๐ รอบต่อนาที, ๑๐๐ วัตต์, ๑๒๕ วัตต์ และ ๑๕๐ วัตต์ อัตราถีบ ๔๐ รอบต่อนาที

วิธีที่ ๒ ให้ทำงาน ๓ - ๔ ชั้น ขึ้นละ ๒ นาที กำหนดความหนักของงาน คือ ๗๕ วัตต์, ๑๐๐ วัตต์, ๑๒๕ วัตต์ และ ๑๕๐ วัตต์ อัตราถีบ ๕๐ รอบต่อนาที พบว่าการทดสอบทั้งสองวิธี ค่า PWC₁₇₀ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ^๒

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๔ สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์ ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลการจับออกซิเจนขณะออกกำลังกายตามวิธีของออสตราค กับวิธีวิเคราะห์อากาศหายใจ" โดยให้ผู้ถูกทดลอง ๖ คน ออกกำลังที่จักรยานวัดงานในห้องที่ปรับอุณหภูมิและความชื้นใดต่าง ๆ กัน ถีบจักรยานจนอัตราชีพจรถึง ๑๕๐ ครั้งต่อนาที เก็บอากาศที่หายใจออกขณะออกกำลัง นำไปวิเคราะห์หาปริมาตรออกซิเจนที่ร่างกายใช้หมดไป

Chintanaseri, Charcentasn, "Untersuchag Zur Bestimmung der PWC₁₇₀ mit unterschiedlichen Leistungsstufen", (Inaugural Dissertation Zur Erlangung medizinischen Doktorwürde and den medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin, 1973).

^๒ Prasertsiriphandhar, Somchai, "Vergleichend Untersuchungen mit Verchiedenen Dtzzahlen Zur Standardisierung der ergometrischen Methodik", (Dissertation Zur Erlangung der Doktorgrades am Fachbereich Erichungswissenschaften der Freien Universität Berlin, 1976).

ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนของร่างกายที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ. กับ ๓๐° ซ. ต่างกันเพียงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อุณหภูมิ ๔๐° ซ. สมรรถภาพการจับออกซิเจนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การหายใจออกซิเจนจากผลการออกกำลังที่อุณหภูมิ ๓๐° ซ. น้อยกว่าที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ. กับ ๔๐° ซ. แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๕ เทพวานี สมะพันธ์ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอากาศ และเครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพออกซิเจน ในขณะออกกำลังกาย ผู้ถูกทดลอง แต่งกาย ๒ แบบ คือ แบบปิด และ แบบเปิด โดยออกกำลังกัณฑ์จักรยานวงจรรายงานในห้องที่มีอากาศแวดล้อม ๔ แบบ คือ อุณหภูมิ ๔๐° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๕๐ % อุณหภูมิ ๔๐° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๖๕ % บันทึกรัศมีรังสีพจรร ความดันเลือด อุณหภูมิกายขณะออกกำลังกาย และหลังการออกกำลัง นำหนักตัวก่อนและหลังการออกกำลังกาย ผลการทดลอง พบว่า อากาศปกติ (๒๕° ซ.) เป็นอากาศที่เหมาะสมกับการออกกำลังกายมาก ร่างกายทำงานได้นานกว่า และมีสมรรถภาพออกซิเจนสูงกว่าในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (๕๐ %) นอกนั้นยังพบว่า เครื่องแต่งกายแบบเปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าแบบปิด เกือบทุกสภาพแวดล้อม เว้นแต่ในอากาศร้อนชื้น ซึ่งเสื้อผ้าแบบปิดช่วยให้ร่างกายทำงานได้ปริมาณมากกว่าเล็กน้อย สำหรับสมรรถภาพออกซิเจนนั้น เครื่องแต่งกายไม่มีอิทธิพลใดทั้งสิ้น ^๒

สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์, "การเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจนขณะออกกำลังกายตามวิธีของออสตรานด์ กับวิธีวิเคราะห์อากาศหายใจ" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๔).

^๒ เทพวานี สมะพันธ์, "อิทธิพลของอากาศและเครื่องแต่งกายที่มีต่อสมรรถภาพออกซิเจน ระหว่างออกกำลังกาย" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๕).



ในปี พ.ศ. ๒๕๑๖ นางนอย สงวนวิทย์ ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของผลการทดสอบ เออร์โกเมตริก ฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสต์ และการวิ่งระยะไกล ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนทำการทดสอบทั้ง ๓ แบบ ในแต่ละแบบห่างกันไม่เกิน ๑ สัปดาห์ ผลการทดสอบพบว่า แบบทดสอบ เออร์โกเมตริก ฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสต์ และการวิ่งระยะ ๑๕๐๐ เมตร มีสัมประสิทธิ์แห่งสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ คาสสหสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบ เออร์โกเมตริก กับ ฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสต์ เท่ากับ ๐.๙๓ สหสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบเออร์โกเมตริกกับการวิ่ง ๑๕๐๐ เมตร เท่ากับ ๐.๙๑ คาสสหสัมพันธ์ระหว่างฮาร์วาร์ด สเต็ป เทสต์ กับการวิ่งระยะ ๑๕๐๐ เมตร เท่ากับ ๐.๕๘ ดังนั้นการวัดความสามารถในการทำงาน หรือการวัดงานของหัวใจและหลอดโลหิต สามารถเลือกแบบทดสอบแบบใดแบบหนึ่งใน ๓ แบบนี้ได้

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๗ ฐิติมาวดี เจริญรัชต์ ได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิกายที่มีต่อความสามารถในการทำงาน โดยให้ผู้ถูกทดลอง ๕ คน ออกกำลังกายจักรยานวัดงานจนหมดแรง ในสภาพแวดล้อมปกติ ๒ ครั้ง คือ เมื่ออุณหภูมิกายปกติครั้งหนึ่ง และเมื่ออุณหภูมิกายสูงกว่าปกติอีกครั้งหนึ่ง โดยเว้นระยะห่างกัน ๓ วัน ผลปรากฏว่า ในการออกกำลัง เมื่ออุณหภูมิกายต่างกันเล็กน้อย (๐.๕° ซ.) ปริมาณงานที่ทำได้ อัตราชีพจรสูงสุด อุณหภูมิที่ทวารหนักที่เพิ่มขึ้น ปริมาตรอากาศที่หายใจ และน้ำหนักตัวที่ลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ในทั้งสองภาวะ คือ อุณหภูมิกายปกติ และอุณหภูมิกายสูงกว่าปกติเล็กน้อย (๐.๐๕° ซ.) ในระยะคืนสู่สภาพปกติ เวลาการคืนสู่สภาพปกติของอัตราชีพจรและอุณหภูมิที่ทวารหนักใช้เวลามากกว่าการคืนสู่สภาพปกติของปริมาตรอากาศหายใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ ๐.๐๑ และระยะเวลาคืนสู่

นางนอย สงวนวิทย์, " ความสัมพันธ์ของผลการทดสอบเออร์โกเมตริก ฮาร์วาร์ดสเต็ป เทสต์ และการวิ่งระยะไกล " (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๖).

สภาพปกติของอุณหภูมิที่ผิวหนังขึ้นอยู่กับความร้อนที่สะสมในร่างกายระหว่างออกกำลังกาย^๑

ปี พ.ศ. ๒๕๑๗ นันทิยา พณิชยพงศ์ ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง "การจัดอัตรารอบเดินที่พอเหมาะกับความหนักของระดับงานต่าง ๆ ในการทดสอบความสมบูรณ์ของร่างกายด้วยจักรยานวัดกำลัง" ผู้ถูกทดลอง ๔๐ คน แบ่งออกเป็น ๔ กลุ่ม ทดสอบคนละ ๔ ครั้ง ใช้อัตราเดิน ๓๐, ๔๐, ๕๐ และ ๖๐ รอบต่อนาที กลุ่มที่ ๑ ทำงาน ๔๕๐ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที กลุ่มที่ ๒, ๓ และ ๔ ทำงาน ๖๐๐, ๗๕๐ และ ๙๐๐ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที ผลปรากฏว่าการทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน แต่อัตรารอบเดินต่างกัน อัตราการเต้นของหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑ การใช้อัตรารอบเดิน ๓๐ รอบต่อนาที ไม่ควรนำมาใช้ในการทดสอบด้วยจักรยานวัดกำลัง ไม่ว่าจะใช้ปริมาณงานเท่าใด เพราะทำให้ผลที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง การใช้อัตรารอบเดิน ๕๐ รอบต่อนาทีเป็นอัตราที่พอเหมาะเมื่อใช้กับงานไม่หนักมาก (๔๕๐-๕๗๐ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที) แต่ไม่เหมาะสำหรับงาน ๙๐๐ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที การใช้อัตรารอบเดิน ๕๐ รอบต่อนาที เป็นอัตราที่พอเหมาะสำหรับงานทุกระดับ ตั้งแต่ ๔๕๐-๙๐๐ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที การใช้อัตรารอบเดิน ๕๐ รอบต่อนาทีเป็นอัตราที่พอเหมาะสำหรับงานหนักเท่านั้น (๙๐๐ กิโลปอนด์เมตรต่อนาที)^๒

^๑ รุติมาวดี เจริญรัชต์, "อิทธิพลของอุณหภูมิกายที่มีต่อความสามารถในการทำงาน" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗).

^๒ นันทิยา พณิชยพงศ์, "การจัดอัตรารอบเดินที่พอเหมาะกับความหนักของงานระดับต่าง ๆ ในการทดสอบความสมบูรณ์ของร่างกายด้วยจักรยานวัดกำลัง" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗).

✓ ในปี พ.ศ. ๒๕๑๔ นิ่มนวล สกุดพานิช ได้ศึกษาเรื่อง "อิทธิพลของอุณหภูมิ-
 อากาศแวดล้อมต่อสมรรถภาพการทำงานที่ศึกษาโดยวิธีเออร์โกเมตริย์" ใ้ผู้ถูกทดลองสืบ
 จักรยานวัดงานในปริมาตรงานเท่ากัน ความชันใกล้เคียงกัน (๗๐ ± ๑๐ %) อุณหภูมิ
 ๒๐° ซ., ๒๕° ซ., ๓๐° ซ., ๓๕° ซ. และ ๔๐° ซ. ใ้ผู้ถูกทดลอง ๑๕ คน สืบจักร-
 ยานวัดงานในภาวะแวดล้อมต่างกัน ๖ นาที นับอัตราชีพจรทุก ๑ นาที นับชีพจรขณะที่อยู่
 ในภาวะคงที่ (Steady State) หากาศสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจน ปรากฏ
 ว่าที่อุณหภูมิ ๓๕° ซ. กับ ๔๐° ซ. มีอิทธิพลต่ออัตราชีพจรขณะทำงานและสมรรถภาพการ
 ทำงานลดลงอย่างเห็นได้ชัด อุณหภูมิที่พอเหมาะในการออกกำลังกายอยู่ระหว่างอุณหภูมิ
 ๒๐° ซ. ถึง ๓๐° ซ. และอุณหภูมิวิกฤตทำให้สมรรถภาพการทำงานของร่างกายลดลงอยู่
 ที่ระดับอุณหภูมิ ๓๕° ซ.

✓ ในข้เคยจ้คน- พริ้มเพรา ผลเจริญสุข ได้ศึกษาวิจัยถึงเรื่องอิทธิพลของอากาศ
 ร้อนเย็นต่อสมรรถภาพการงานของผู้นึ่งที่ศึกษาโดยวิธี เออร์โกเมตริย์ ใ้ผู้ถูกทดลอง
 ๒๐ คน ออกกำลังสืบจักรยานวัดงานในอากาศแวดล้อมต่างกัน คือ ความชันสัมพัทธ์ ๗๐ -
 ๘๐ % อุณหภูมิ ๔๐° ซ., ๒๕° ซ. และ ๑๕° ซ. ใ้ผู้ถูกทดลองสืบจักรยานวัดงาน ๖
 นาที จับชีพจรทุก ๑ นาที นำไปแปลผลเป็นสมรรถภาพสูงสุดในการจับออกซิเจนของราง-
 กาย โดยใช้ตารางของ ออสตรานด์ (Astrand) ผลปรากฏว่า การออกกำลังกายใน
 ที่เย็นจะทำงานได้นานกว่า เหนื่อยน้อยกว่าในที่ร้อน ๒-๓ ชั่วโมง

๑ นิ่มนวล สกุดพานิช, "อิทธิพลอุณหภูมิอากาศแวดล้อมต่อสมรรถภาพการท่า-
 งานที่ศึกษาโดยวิธี เออร์โกเมตริย์" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๔).

๒ พริ้มเพรา ผลเจริญสุข, "อิทธิพลของอากาศร้อนเย็นต่อสมรรถภาพการ
 งานของผู้นึ่งที่ศึกษาโดย เออร์โกเมตริย์" (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาพล
 ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๔).