หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์, ฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์, และการวิ่งระยะทาง ๑๕๐๐ เมตร โดยตรงนั้น ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาค้นคว้ามาก่อนเลย. มีที่เกี่ยวข้องอยู่บ้างก็ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยในต่างประเทศ, ดังจะได้นำมากล่าวต่อไป.

ในปี ค.ศ. ๑๙๕๑ ทอมัส เค. คิวรีตัน[1] (Thomas K. Cureton) ได้ศึกษาค้นคว้าหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดและความอดทนในการทำงาน พบสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดซึ่งมีหนวยเป็นลิตร/นาที และความอดทนในการทำงานมีค่าเท่ากับ ๐.๒๔ แต่ถ้านำน้ำหนักตัวเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยสหสัมพันธ์จะมีค่าสูงขึ้น คือเท่ากับ ๐.๓๔

ในปี ค.ศ. ๑๙๕๕ เอส. โรบินสัน (S. Robinson) และ พี. เอ็ม. ฮาร์มอน[2] (P.M. Harmon) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกซ้อมที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจ็น เขาได้กล่าวว่านักกีฬาที่ได้รับการฝึกสำหรับให้ทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนทางร่างกายจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นแตกต่างจากผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬาประเภทนี้และบุคคลที่มีความแข็งแรงโดยทั่วๆไป และเขาได้กล่าวว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดจะเพิ่มได้โดยการให้ฝึกการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนทางร่างกาย

---

[1] Thomas K. Cureton, Jr., "Physical Fitness of Champion Athletes," The Research Quarterly, 40 (1969), p.204.

[2] S. Robinson, and P.M. Harmon, "The Effect of Training and Gelatin upon Certain Factors which Limit Mascular Work," American Journal of Physiology, 8 (1955), pp. 73 - 80.

ในปี ค.ศ. ๑๙๕๗ เอลส์เวิรธ บัสเคริค (Elsworth Buskirk) และเฮนรี่ แอล. เทย์เลอร์[๓] (Henry L. Taylor) พบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดและความสามารถอดทนในการทำงานนั้นไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เขาได้ชี้ให้เห็นว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดจะต้องแสดงออกมาเป็นต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวเมื่อคำนวณความสามารถในการทำงานประเภทอดทน

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๒ ดับบลิว. ฮอลล์มานน์ (W. Hollmann) และ เอช. เวนร้าช[๔] (H. Venrath) ได้กล่าวว่าการฝึกซ้อมสัปดาห์ละ ๔ ครั้ง ครั้งละ ½ ชั่วโมง ในอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ ๑๑๕ - ๑๒๕ ครั้ง/นาที จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและขณะออกกำลังในภาวะเกือบสูงสุดต่ำ และการฝึกซ้อมสัปดาห์ละ ๔ ครั้ง ครั้งละ ½ ชั่วโมง เป็นเวลา ๕ สัปดาห์ในอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ ๑๗๐ - ๑๘๐ ครั้ง/นาที จะช่วยเพิ่มสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดและเพิ่มบริมาตรหัวใจ

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๔ เฮอร์เบริด เอ. เดวรี่ส์ (H.A. DeVries) และคาร์ล อี. คลาฟส์[๕] (C.E. Klafs) ได้รายงานสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์และสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดว่ามีค่าเท่ากับ ๐.๙๗

---

[3]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 (1957), pp. 72 - 78.

[4]W. Hollmann, and H. Venrath, Experimentelle Untersuchungen Zur Bedeutung Eines Trainings Unterhalb and Aberhalb Der Dauerbelastungsgrenze in Körbs (W.U.A., Carl Diem Festschrift, Frankfurt, A.M./ Wein, 1962).

[5]Herbert A. DeVries, and Carl E. Klafs, "Prediction of Maximal Oxygen Intake from Submaximal Tests." (Research paper presented at the American College of Sports Medicine, Hollywood, California, 1964).

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๕ เฮอร์เบริด เอ. เดวรี่ส์ (Herbert A. DeVries) และคาร์ล อี. คลาฟส์[6] (Carl E. Klafs) ได้รายงานสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดและความสามารถในการทำงานว่ามีค่าเท่ากับ ๐.๙๘ ตามคำทำนายของจอสตรานด์-วาลันด์เทสท์ (Sjostrand - Wahlund Test)

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๕) แฮร์รี่ โอลรี[7] (Harry Olree) และคนอื่น ๆ ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบ เอ เอ เอช พี อี อาร์ ยูทส์ฟิตเนสส์เทสท์ (American Association of Health, Physical Education and Recreation Youth Fitness Test)เขาได้ศึกษาในเด็กชายอายุ ๑๖ - ๑๗ ปี พบว่าแบบทดสอบ เอ เอ เอช พี อี อาร์ ยูทส์ฟิตเนสส์เทสท์ ทุกข้อทดสอบมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที อย่างมีนัยสำคัญ

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๖ ฮาโรลด์ บี. ฟอลล์ส (Harold B. Falls), เอ. เอช. อิสเมล์ (A.H. Ismail), และ ดี. เอฟ. แมคเลียด[8] (D.F. Mac Leod) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ให้วิ่งและเดิน ๖๐๐ หลาและสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดที่มีหน่วยเป็นลิตร/นาที มีค่าเท่ากับ -๐.๙๗, ที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที มีค่าเท่ากับ -๐.๖๗ และที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (น้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมัน)มีค่าเท่ากับ -๐.๙๘

---

[6]Herbert A. DeVries, and Carl E. Klafs, "Prediction of Maximal Oxygen Intake from Submaximal Tests," Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 5 (1965), pp. 207 - 214.

[7]Harry Olree, and others, "Evaluation of the AAHPER Youth Fitness Test," Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 5 (1965), pp. 67 - 71.

[8]Harold B. Falls, A.H. Ismail, and D.F. Mac Leod, "Estimation of Maximum Oxygen Uptake in Adults from AAHPER Youth Fitness Test Items," The Research Quarterly, 37 (1966), pp. 192 - 201.

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๙) แจค เอช. วิลมอร์[๙] (Jack H. Wilmore) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดและความสามารถอดทนในการทำงาน โดยใช้วิธีวิเคราะห์อากาศที่หายใจและเวลาที่ใช้ขี่จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer) ปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดที่มีหน่วยเป็นลิตร/นาที และความสามารถอดทนในการทำงานมีค่าเท่ากับ ๐.๘๔ แต่สหสัมพันธ์จะลดลงเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว คือมีค่าเท่ากับ ๐.๓๗ และสหสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมัน คือมีค่าเท่ากับ ๐.๑๘ อย่างไรก็ตามเมื่ออิทธิพลของน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันได้ทำให้คงที่ทางสถิติสหสัมพันธ์ระหว่างความอดทนในการทำงานและสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/น้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมัน/นาที จะมีค่าเพิ่มขึ้น คือเท่ากับ ๐.๗๘ และ ๐.๖๔ ตามลำดับ แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความอดทนในการทำงานและสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุด ดังนั้นก็สามารถใช้สมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดเป็นเครื่องวัดความสามารถในการทำงานและเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานประสานกันระหว่างระบบหายใจและระบบไหลเวียนของโลหิต และได้มีข้อแนะนำว่าสหสัมพันธ์จะมีค่าสูงขึ้นถ้าเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้ถูกทดลองได้เพียงพอและสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้ถูกทดลองได้อย่างดี

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๙) เคนเนทซ์ เอฟ. เมทซ์ (Kenneth F. Metz) และจอห์น เอฟ. อเล็กซานเดอร์[๑๐] (John F. Alexander) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์

---

[9]Jack H. Wilmore, "Maximum Oxygen Intake and its Relationship to Endurance Capacity on a Bicycle Ergometer," The Research Quarterly, 40 (1969), pp., 203 - 210.

[10]Kenneth F. Metz, and John F. Alexander, "An Investigation of the Relationship between Maximum Aerobic Work Capacity and Physical Fitness in Twelve - to Fifteen - Year - Old Boys," The Research Quarterly, 41 (1970), pp.. 75 - 81.

ระหว่างความสามารถในการทำงานสูงสุดและสมรรถภาพทางกายในเด็กผู้ชายอายุ ๑๒ - ๑๕ ปี ความสามารถในการทำงานสูงสุดใช้การทดสอบบนเทรดมิลล์(Treadmill) ส่วนสมรรถภาพทางกายใช้แบบทดสอบของ เอ เอ เอช พี อี อาร์ ยูทส์ฟิตเนสส์เทสท์, แมคคลอยสเตร็นธ์เทสท์ (McCloy Strength Test), และ ฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์ โดยให้ผู้ถูกทดลองทุกคนทำการทดสอบดังกล่าวมาแล้ว แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ ผลปรากฏว่าสำหรับเด็กผู้ชายอายุ ๑๒ - ๑๓ ปี แบบทดสอบของ เอ เอ เอช พี อี อาร์ ยูทส์ฟิตเนสส์เทสท์ ทุกข้อทดสอบ นอกจากลุกนั่ง (Sit up) มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับเด็กผู้ชายอายุ ๑๔ - ๑๕ ปี แบบทดสอบของ เอ เอ เอช พี อี อาร์ ยูทส์ฟิตเนสส์เทสท์ ทุกข้อทดสอบนอกจากลุกนั่ง (Sit up), ขว้างลูกซอฟท์บอลล์ (Softball throw), และวิ่งและเดิน ๖๐๐ หลามีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ และเช่นเดียวกันแบบทดสอบ แมคคลอยสเตร็นส์เทสท์ทุกข้อทดสอบและคะแนนฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์ มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๙) แจค แอนเท็ล (Jack Antel) และกอร์ดอน อาร์. คัมมิ่ง[๑๑] (Gordon R. Cumming) ได้ศึกษาถึงผลของการกระตุ้นทางอารมณ์ที่มีต่ออัตราการเต้นของชีพจรในการออกกำลังกาย เขาได้รายงานว่าอารมณ์เป็นสิ่งสำคัญที่จะเปลี่ยนผลของการทำงานในภาวะเกือบสูงสุด, ซึ่งใช้อัตราการเต้นของชีพจรเป็นเกณฑ์แต่เพียงอย่างเดียว การออกกำลังที่อัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ ๑๗๐ ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากอารมณ์ และการออกกำลังที่อัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ ๑๐๐ - ๑๗๕ ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความเจ็บหรือความรู้สึกถูกบังคับให้ทำ การเพิ่มนี้เพียง ๔ - ๘ ครั้ง/นาที ในชายอายุ ๙ ปีที่มีสภาพปกติ แต่เพิ่มมากกว่า ๒๕ ครั้ง/นาทีในคนที่มีสภาพเจ็บป่วย

001311

---

[11] Jack Antel, and Gordon R. Cumming, "Effect of Emotional Stimulation on Exercise Heart Rate," The Research Quarterly, 40 (1969), pp. 6 - 10.

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๗) เคนเนทซ์ เอฟ. เมทซ์ (Kenneth F. Metz) และจอห์น เอฟ. อเล็กซานเดอร์[๑๒] (John F. Alexander) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำนายสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดจากการทำงานในภาวะเกือบสูงสุด โดยให้ผู้ถูกทดลองที่มีอายุ ๑๒ - ๑๕ ปี จำนวน ๖๐ คน ทดสอบหาสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุด โดยใช้เทรดมิล (Treadmill) ขณะทดสอบบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ, สมรรถภาพการจับออกซิเจ็น, และเรสพิราทอรี่ โคเชี้ยนท์ (Respiratory quotient) ผลปรากฏว่าอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการทำงานในภาวะเกือบสูงสุดมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดตามที่วัดในวิธีนี้สามารถทำนายได้อย่างมีเหตุผลจากอัตราการเต้นของหัวใจ, สมรรถภาพการจับออกซิเจ็น, และเรสพิราทอรี่ โคเชี้ยน

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๗) ที. อิชิโกะ[๑๓] (T. Ishiko) ได้ศึกษาสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นของนักวิ่งระยะไกลเปรียบเทียบกับนักกรีฑาประเภทลาน, โดยให้ทุกคนถีบจักรยานวัดงานตามวิธีทดสอบของออสตรานด์. แล้วเก็บอากาศหายใจออกมาวิเคราะห์ตามวิธีการของฮอลเดน (Haldane's technique) เขาพบว่านักวิ่งระยะไกลมีสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดมากกว่านักกรีฑาประเภทลาน (๔๕.๓ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และ ๓๔.๔ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ผู้วิจัยให้ข้อสังเกตว่าค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดที่ได้นี้ต่ำกว่ามาตรฐานของนักกีฬาชาวยุโรปและอเมริกันมาก, ซึ่งเขาให้ข้อคิดเห็นว่าอาจเนื่องมาจากผู้ถูกทดลองไม่ได้รับแรงจูงใจที่ดีพอในขณะทำการทดลองขี่จักรยานวัดงาน

---

[12] Kenneth F. Metz, and John F. Alexander, "Estimation of Maximal Oxygen Intake from Submaximal Work Parameters," The Research Quarterly, 42 (1971), pp. 187 - 193.

[13] T. Ishiko,"Aerobic Capacity and External Criteria of Performance," The Canadian Medical Association Journal, 96 (1967), pp. 746 - 749.

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๙ ดอยซ์ เจ. คอทเทน[๑๔] (Doyice J. Cotten) ได้ศึกษาแบบทดสอบสำหรับวัดสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular fitness) โดยพัฒนาจากแบบทดสอบสเต็ปเทสท์ของมหาวิทยาลัยโอไฮโอ (Ohio State University Step Test) แบบทดสอบที่เขาดัดแปลงมีวิธีการ คือการทดสอบให้ทำ ๑๘ ครั้งติดต่อกันไป โดยการก้าวขึ้นลงบนม้า ๑๗ นิ้ว แต่ละครั้งทำ ๓๐ วินาที แล้วหยุด ๒๐ วินาที เพื่อจับชีพจร โดยจับวินาทีที่ ๕ - ๑๕ (จับชีพจร ๑๐ วินาที) ในการทำงานนี้จะให้เพิ่มน้ำหนักเป็น ๓ ระยะ แต่ต้องทำติดต่อกันไป แต่ละระยะทำ ๖ ครั้ง ครั้งที่ ๑ ให้จังหวะ ๒๔ ครั้ง/นาที, ครั้งที่ ๒ ให้จังหวะ ๓๐ ครั้ง/นาที, และครั้งที่ ๓ ให้จังหวะ ๓๖ ครั้ง/นาที แต่ละคนทำการทดสอบจนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจของเขาเท่ากับ ๑๕๐ ครั้ง/นาที (๒๕ ครั้งต่อ ๑๐ วินาที) หรือเมื่อทำครบ ๑๘ ครั้งจึงหยุด ให้คะแนนตามจำนวนครั้งที่สามารถทำได้ ผู้ถูกทดลองทำการทดสอบสเต็ปเทสท์ที่เขาดัดแปลงและทดสอบบัลเก้เทรดมิลล์เทสท์ (Balke Treadmill Test) การทดสอบทั้งสองอย่างให้ทำภายในสัปดาห์เดียวกัน แต่ไม่ให้ทำทั้ง ๒ แบบทดสอบภายในวันเดียวกัน ผลปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างสเต็ปเทสท์ที่เขาได้ดัดแปลงและผลการทดสอบบัลเก้เทรดมิลล์เทสท์ มีค่าเท่ากับ ๐.๘๔ ดังนั้นสเต็ปเทสท์ที่เขาดัดแปลงขึ้นมาก็สามารถใช้วัดสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดได้

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๙ ซูซาน เอ. ยีเกอร์ (Susan A. Yeager) และพอล บรินทีสัน[๑๕] (Paul Brynteson) ได้ศึกษาผลของระยะในการฝึกซ้อมที่มีต่อประสิทธิภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในเด็กผู้หญิงระดับอุดมศึกษา โดยแบ่งผู้ถูกทดลองออกเป็น ๓ กลุ่ม ให้ฝึกเป็นเวลา ๖ สัปดาห์, สัปดาห์ละ ๓ วัน แต่ในวันหนึ่ง ๆ แต่ละกลุ่มฝึกไม่เท่ากัน คือฝึกวันละ ๑๐, ๒๐, และ ๓๐ นาทีตามลำดับ การฝึกให้อัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ ๑๔๔ ครั้ง/นาที ใช้จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer) ในการฝึกก่อนฝึกผู้ถูกทดลองจะต้องทดสอบหาสมรรถภาพการ

---

[14]Doyice J. Cotten, "A Modified Step Test for Group Cardiovascular Testing," The Research Quarterly, 42 (1971), pp.. 91 - 95.

[15]Susan A. Yeager, and Paul Brynteson, "Effects of Varying Training Period on the Development of Cardiovascular Efficiency of College Women," The Research Quarterly, 41 (1970), pp.. 589 - 592.

จับออกซิย์เจ็นสูงสุดโดยใช้วิธีของออสตรานด์ (Astrand Test of Predicted Maximal Oxygen Uptake) หลังฝึกทดสอบหาความสามารถในการทำงานของร่างกาย (Test of Physical Work Capacity)เพื่อดูผลของการฝึกต่อประสิทธิภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ผลปรากฏว่าทั้ง ๓ กลุ่มมีการพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดเพิ่มขึ้น ๕, ๕, และ ๘ มิล-ลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ในกลุ่มที่ฝึก ๑๐, ๒๐, และ ๓๐ นาทีตามลำดับ และจากการทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกาย เวลาเพิ่มขึ้น ๒๔, ๕๐, และ ๓๕ วินาทีในกลุ่มที่ฝึก ๑๐, ๒๐, และ ๓๐ นาทีตามลำดับ

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๙) เฮนเรียตต้า เอช. เอเวนต์ (Henrietta H. Avent), โดนัลด์ อี. แคมเบลล์ (Donald E. Campbell), โรเบิรต เอ็ม. มาลินา (Robert M. Malina), และแอลเบิรต บี. ฮาร์เปอร์[๑๖] (Albert B. Harper) ได้ศึกษานักกรีฑาในเรื่องเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด โดยเลือกเฉพาะนักกรีฑาที่เข้าแข่งขันในรอบสุดท้ายจำนวน ๑๓ คน ในการแข่งขัน The First Annual DGWS Track and Field Championships ซึ่งมีขึ้นที่ San Marcos, Texas ในวันที่ ๙ พฤษภาคม ๑๙๖๙ โดยแบ่งผู้ถูกทดลองออกเป็น ๓ ประเภท ได้แก่ นักวิ่งระยะสั้น คือผู้ที่รวมแข่งขันวิ่ง ๑๐๐ หลา หรือวิ่งผลัด ๑๑๐ หลา, นักวิ่งระยะกลาง คือผู้ที่รวมแข่งขันวิ่ง ๒๒๐ หลา และ ๔๔๐ หลา, และนักวิ่งระยะไกลคือผู้ที่รวมแข่งขันวิ่ง ๘๐๐ หลา และ ๑ ไมล์ ให้ผู้ถูกทดลองทั้งสามประเภททำการทดสอบสมรรถภาพในการทำงานโดยใช้วิธีการทดสอบของออสตรานด์ (Astrand)การทดสอบทำในห้องปรับอากาศที่ Hines Gymnasium, Southwest Texas State University น้ำหนักถ่วงที่ให้ทุกคนทำนั้นหนักมากแต่มีบางคนคือผู้ชนะเลิศวิ่งระยะสั้น และผู้ที่สามารถทำลายสถิติการวิ่งระยะกลางและระยะไกล น้ำหนักถ่วงที่ให้ไม่หนักสำหรับเขาทั้งสามเลย ผลปรากฏว่าชีพจรของนักวิ่งระยะทางไกลจะขึ้นช้ากว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเขาจะสามารถไปถึงภาวะคงตัว (Steday state)

---

[16]Henrietta H. Avent, Donald E. Campbell, Robert M. Malina, and Albert B. Harper, "Cardiovascular Characteristics of Selected Track Participants in the First Annual DGWS Track and Field Meet," The Research Quarterly, 42 (1971), pp. 440 - 443.

ได้เร็ว สิ่งที่น่าพิจารณาก็คือ น้ำหนักถ่วงที่หนักสำหรับนักวิ่งระยะสั้นและระยะกลางจะปานกลาง สำหรับนักวิ่งระยะไกล จากการนำค่าชีพจรไปเปิดตารางของออสตรานด์ปรากฏว่า นักวิ่งระยะสั้นควรจะมีสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดประมาณ ๒.๖ ลิตร/นาที (๔๕ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที), นักวิ่งระยะกลางควรจะมีสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดประมาณ ๓.๒ ลิตร/นาที (๕๗ มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที), และนักวิ่งระยะยาวควรจะมีสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดประมาณ ๓.๘ ลิตร/นาที (๖๗ มิลลิลิตร กิโลกรัม/นาที)

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๖๙) กอร์ดอน อเล็กซานเดอร์ เลสลี เอ็ดเวิรดส์ [๑๗] (Gordon Alexander Leslie Edwards) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกแบบวงจร (Circuit training), การฝึกยกน้ำหนัก (Weight Lifting) และการฝึกเป็นช่วง (Interval training) ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Mascular strength) และการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต (Circulorespiratory endurance) โดยใช้ผู้ถูกทดลองจำนวน ๕๑ คน เลือกฝึกโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่ง ผู้ถูกทดลองจำนวน ๓๙ คนฝึกทั้ง ๓ โปรแกรม ก่อนฝึกและหลังฝึกให้ผู้ถูกทดลองทุกคนวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อใช้เคเบิลเทนสิโอมีเตอร์เทสท์ (Cable tensiometer tests) ส่วนการวัดการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตใช้การทำนายสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดที่ได้จากออสตรานด์-ริชย์มิงค์โนโมแกรม (Astrand - Rhyming Nomogram) ผลปรากฏว่าผลของการฝึกแบบวงจร, การฝึกยกน้ำหนัก, และการฝึกเป็นช่วงที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการทำงานของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

---

[17] Gordon Alexander Leslie Edwards, "The Effects of Circuit Training, Weight Lifting, and Interval Training on Muscular Strength and Circulorespiratory Endurance," Dissertation Abstracts International, 31 (1970), p. 1600 - A.

ในปี ค.ศ. ๑๙๗๐ แฟรงค์ เออร์วิน แค็ทช์[18] (Frank Irwin Katch) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดและความสามารถในการทำงานหนัก เขาคาดว่าบุคคลที่มีสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดจะมีความสามารถอดทนทำงานหนักได้ นอกจากนี้ก็หาช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนโดยการใช้สมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดเป็นเกณฑ์ การหาสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดทำโดยวิธีเพิ่มจังหวะในการทำสเต็ปเทสท์ การวัดความสามารถในการทำงานหนักใช้จักรยานวัดงาน (Ergometer) โดยใช้น้ำหนักถ่วง ๒.๕ กิโลปอนด์ ในอัตรา ๖๐ รอบ/นาที และเพิ่ม ๐.๕ กิโลปอนด์ทุก ๒ นาที จนกระทั่งผู้ถูกทดลองไม่สามารถขี่ต่อไปได้ ส่วนการทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนใช้แบบก้าวคงที่บนเทรดมิลล์ (Treadmill) เป็นเวลา ๑๒ นาที สหสัมพันธ์ที่คิดเป็นนาทีแต่ละนาทีระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดและคะแนนการทดสอบการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทน เพิ่มขึ้นดังนี้ นาทีที่ ๑ และ ๒ ไม่มีนัยสำคัญ, นาทีที่ ๓ สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ ๐.๔๐, นาทีที่ ๖ สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ ๐.๗๑, และนาทีที่ ๑๒ สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ ๐.๗๘ สรุปได้ว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดมีความสัมพันธ์ปานกลางกับความสามารถในการอดทนทำงาน และสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดไม่มีประสิทธิภาพในการทำนายการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทน นอกจากงานนี้จะทำอย่างน้อย ๗ หรือ ๘ นาทีภายใต้สภาพการณ์ที่ควบคุมด้วย

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๐) เปอร์รี่ ฟอร์ด มิลเลอร์[19] (Perry Ford Miller) ได้ศึกษาแบบทดสอบความอดทนทางร่างกายโดยใช้การวิ่ง ๓๐๐ หลา และศึกษาถึงผลของความเร็วและโครงสร้างทางร่างกายที่มีต่อการวิ่ง โดยแบ่งผู้ถูกทดลองออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้

---

[18]Frank Irwin Katch, "Optimal Duration of a Heavy Work Endurance Test in Relation to Oxygen Intake Capacity," Dissertation Abstracts International, 31 (1971). p.5181 - A.

[19]Perry Ford Miller, "The 300 - Yard Run as an Endurance Test and the Effect of Running Speed and Body Structure on it Performance," Dissertation Abstracts International, 31 (1971), p. 6387 - A.

ทดสอบวิ่งและเดิน ๑๒ นาที อีกกลุ่มหนึ่งให้ทดสอบฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์ ผู้ถูกทดลองทั้ง ๒ กลุ่มจะต้องทดสอบวิ่ง ๓๐๐ หลา, วิ่ง ๖๐ หลา, ชั่งน้ำหนัก, วัดส่วนสูง, และศึกษาโครงสร้างทางร่างกาย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบวิ่ง ๓๐๐ หลาและการทดสอบวิ่งและเดิน ๑๒ นาที, ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบวิ่ง ๓๐๐ หลาและการทดสอบฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์, และความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบวิ่ง ๓๐๐ หลาและการทดสอบวิ่ง ๖๐ หลา, น้ำหนัก, ส่วนสูง, โครงสร้างทางร่างกาย ผลปรากฏว่า การวิ่ง ๓๐๐ หลาและการวิ่งและเดิน ๑๒ นาทีมีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๑ และการวิ่ง ๓๐๐ หลาและการทดสอบฮาร์วาร์ดสเต็ปเทสท์ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๑ จึงสรุปได้ว่าวิ่ง ๓๐๐ หลาสามารถวัดความอดทนในการทำงานได้อย่างแม่นตรง และเขายังได้รายงานอีกว่าความเร็วในการวิ่งและรูปร่างเป็นปัจจัยสำคัญในการวิ่ง ๓๐๐ หลา แต่ความสูงและน้ำหนักไม่ใช่ปัจจัยในการวิ่ง ๓๐๐ หลา

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๐) ฟรานซิส เจ. เนเกิ้ล (Francis J. Nagle) และ อาร์. เพลลิกรีโน[๒๐] (R. Pellegrino) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดในนักวิ่งระดับเตรียมอุดมศึกษา (High school) เนื่องจากมีการศึกษาหลายอันได้กล่าวว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดจะเพิ่มได้โดยการฝึกซ้อมเป็นประจำ การเพิ่มนี้อยู่ในระหว่าง ๙% - ๓๓ % ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นที่มีอยู่ก่อนแล้วและขึ้นอยู่กับความหนักของการฝึก วิธีการคือผู้ถูกทดลองเป็นนักวิ่ง ๔๔๐ หลา - ๒ ไมล์ และอยู่ในฤดูการแข่งขันซึ่งมีผลการฝึกซ้อมเป็นประจำ ให้ผู้ถูกทดลองทุกคนทำการทดสอบหาสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุด การทดสอบทำ ๒ ครั้ง คือครั้งแรกก่อนการแข่งขัน ๒ อาทิตย์ ครั้งสุดท้ายเมื่อการแข่งขันเสร็จ โดยให้ผู้ถูกทดลอง ๒ คนวิ่งบนเทรดมิลล์ (Treadmill) ในความเร็ว ๓๐๐ - ๓๑๖ เมตร/นาที (๕ นาทีต่อ ๑ ไมล์) อีก ๔ คนความเร็ว ๒๖๘ เมตร/นาที

---

[๒๐]Francis J. Nagle, and R. Pellegrino, "Changes in Maximal Oxygen Uptake in High School Runners over a Competitive Track Season," The Research Quarterly, 42 (1971), pp. 456 - 459.

(๖ นาทีต่อ ๑ ไมล์) ในนาทีที่ ๓ เพิ่ม ๒ % และเพิ่ม ๑ % ทุกนาที ให้ทำจนไม่สามารถจะทำได้ เพื่อว่าจะได้ค่าสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุด แล้วนำความแตกต่างในสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดของแต่ละคนก่อนและหลังการแข่งขันมาคำนวณ ผลปรากฏว่าสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดของทุกคนเพิ่มขึ้นมากอย่างมีนัยสำคัญ

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๐) อัลเบริต เลสเตอร์ เลวิส[๒๑] (Albert Lester Lewis) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาสเต็ปเทสท์ เพื่อจะใช้สำหรับวัดความอดทนทางร่างกายในเด็กผู้ชายระดับอุดมศึกษา (College) โดยการให้ผู้ถูกทดลองแต่ละคนก้าวเป็นจังหวะ (ขึ้น- ขึ้น - ลง - ลง) บนม้าสูง ๑๔ นิ้ว ในอัตรานาทีละ ๑๒, ๑๕, ๑๘, ๒๑, ๒๔, ๒๗, ๓๐, ๓๓, ๓๖ และ ๓๙ จังหวะ โดยให้ทำแบบละ ๑ นาที หรือ ๑½ นาที แล้วจับชีพจรหลังพัก ๓๐ วินาที ให้ผู้ถูกทดลองก้าวตามอัตราดังกล่าวไปจนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจถึง ๑๘๐ ครั้ง/นาที ในครั้งต่อไปให้ผู้ถูกทดลองทำการทดสอบบัลเก้เทรดมิลล์เทสท์ (Balke Treadmill test) เพื่อหาสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุด จากการนำผลการทดสอบ ๒ แบบนี้มาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ ปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบสเต็ปเทสท์ โดยการใช้อัตราการก้าว ๓๐ จังหวะ/นาที และสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดโดยการใช้แบบทดสอบบัลเก้เทรดมิลล์เทสท์ มีค่าเท่ากับ ๐.๘๔๘ ดังนั้นแบบทดสอบนี้สามารถใช้ทำนายระดับความอดทนทางร่างกายของนักเรียนในระดับอุดมศึกษาได้อย่างแม่นตรงและเชื่อถือได้

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๐) จอห์น อี. มานาฮาน (John E. Manahan) และเบอร์นาร์ด กูติน[๒๒] (Bernard Gutin) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับแบบทดสอบสเต็ปเทสท์ชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทำนายความสามารถของเด็กผู้หญิงเกรด ๙ ในการวิ่ง ๖๐๐ หลา สเต็ปเทสท์

---

[21] Albert Lester Lewis, "A Progressive Step Test to Predict Maximum Oxygen Intake," Dissertation Abstracts International, 31 (1971), p. 5825 - A.

[22] John E. Manahan, and Bernard Gutin, "The One - Minute Step Test as a Measure of 600 - Yard Run Performance," The Research Quarterly, 42 (1971), pp. 173 - 177.

แบบต่าง ๆ ได้แก่แบบของสกรูบิคและฮ็อคกินส์ (Skubic - Hodgkins Step Test), สเต็ปเทสท์แบบก้าวขาจังหวะละ ๔ ครั้งเป็นเวลา ๑ และ ๒ นาที, และสเต็ปเทสท์แบบก้าวขาจังหวะละ ๒ ครั้งเป็นเวลา ๑ และ ๒ นาที ส่วนการวิ่งและเดิน ๖๐๐ หลาใช้ทดสอบบนพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉากขนาด ๒๔๐ x ๑๖๐ ฟุต วิ่ง ๒ ครั้ง จับเวลาเป็นวินาที ปรากฏว่าอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังด้วยสเต็ปเทสท์แบบของสกรูบิคและฮ็อคกินส์ มีความสัมพันธ์กับการวิ่ง ๖๐๐ หลาที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕ คือผู้ถูกทดลองที่อัตราการเต้นของหัวใจหลังการออกกำลังกายน้อยจะมีเวลาในการวิ่งน้อยด้วย ค่าความสัมพันธ์นี้จะมีมากถ้านับอัตราการเต้นของหัวใจทันทีที่หยุดออกกำลัง แต่สหสัมพันธ์ที่ได้ก็มีค่าไม่สูงนัก คือจับเมื่อพักนาทีที่ ๕-๒๐ มีค่าเท่ากับ ๐.๓๙๙ จับเมื่อพักนาทีที่ ๒๕-๔๐ มีค่าเท่ากับ ๐.๓๒๕, และจับเมื่อพักนาทีที่ ๖๐ - ๘๐ มีค่าเท่ากับ ๐.๓๔๔ ส่วนสเต็ปเทสท์แบบอื่นมีความสัมพันธ์สูงกับการวิ่ง ๖๐๐ หลาที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๑ คือคะแนนสเต็ปเทสท์มากเวลาที่ใช้ในการวิ่งจะน้อย คือสเต็ปเทสท์แบบจังหวะละ ๔ ครั้งทำ ๒ นาที สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -๐.๗๑๘, สเต็ปเทสท์แบบจังหวะละ ๒ ครั้งทำ ๒ นาที สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -๐.๗๖๔, สเต็ปเทสท์แบบจังหวะละ ๔ ครั้งทำ ๑ นาที สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -๐.๗๘๓, และสเต็ปเทสท์แบบจังหวะละ ๒ ครั้งทำ ๑ นาที สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -๐.๘๒๔ จะเห็นได้ว่าสเต็ปเทสท์แบบก้าวขาจังหวะละ ๒ ครั้งในเวลา ๑ นาที จะเป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมในการทำนายการวิ่ง เนื่องจากสหสัมพันธ์มีค่าสูงกว่าทุกแบบทดสอบ วิธีทำสเต็ปเทสท์แบบก้าวขาจังหวะละ ๒ ครั้งในเวลา ๑ นาที คือใช้เท้าขวายืนบนม้าสูง ๑๘ นิ้ว ขาและหลังตรง, เท้าซ้ายไม่วางบนม้า แล้วหย่อนเท้าซ้ายลงบนพื้น ก้าวเท้าขวาขึ้นใหม่ ทำดังนี้เรื่อย ๆ ถ้าเมื่อยเปลี่ยนใช้เท้าซ้ายนำก็ได้ ขณะทำการทดสอบให้เกาะมือผู้ทำการทดสอบเพื่อความปลอดภัย

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๐) เออร์วิน อี. ฟาเรีย[๒๓] (Irvin E. Faria) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการฝึกซ้อมที่มีความหนักต่าง ๆ กันที่มีต่อการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด โดยแบ่งผู้ถูกทดลองออกเป็น ๓ กลุ่ม แต่ละกลุ่มให้ฝึกก้าวขาขึ้นลงบนม้าจนกระทั่งอัตราการเต้นของ

---

[23] Irvin E. Faria, "Cardiovascular Response to Exercise as Influenced by Training of Various Intensities," The Research Quarterly, 41 (1971), pp. 44 - 50.

หัวใจอยู่ในอัตราดังต่อไปนี้ ๑๒๐ - ๑๓๐, ๑๔๐ - ๑๕๐, หรือ ๑๖๐ - ๑๗๐ ครั้ง/นาทีตามลำดับ ให้ฝึกเป็นเวลา ๔ สัปดาห์ ๆ ละ ๕ วัน พบว่าความแตกต่างก่อนและหลังฝึกซ้อมเห็นได้ชัดโดยการทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกาย (The PWC - 180 Test) ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ฝึกจนอัตราการเต้นของหัวใจถึง ๑๔๐ - ๑๕๐, และ ๑๖๐ - ๑๗๐ ครั้ง/นาที พัฒนาได้ดีและเห็นได้ชัดกว่ากลุ่มที่ฝึกเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ ๑๒๐ - ๑๓๐ ครั้ง/นาที และกลุ่มที่ฝึกเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจถึง ๑๔๐ - ๑๕๐ และ ๑๖๐ - ๑๗๐ ครั้ง/นาที ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าการจะเพิ่มประสิทธิภาพให้การทำงานของหัวใจและหลอดเลือดนั้นจะต้องมีการฝึกซ้อมที่หนัก และการพัฒนานี้ไม่ได้ขึ้นเป็นสัดส่วนกับความหนักของงานที่ให้ฝึก

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๐ หรือ พ.ศ. ๒๕๑๓) สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์[๒๔] ได้ศึกษาผลการวัดการจับออกซิเจ็นของร่างกายขณะออกกำลัง, ซึ่งคำนวณได้ตามหลักเกณฑ์ของออสตรานด์ เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจซึ่งเก็บไว้ในขณะออกกำลัง, เมื่อทำงานในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน. ผู้ถูกทดลองเป็นนิสิตชาย ๖ คนให้ออกกำลังกายถีบจักรยานวัดงาน, ในห้องที่ปรับอุณหภูมิและความชื้นได้ต่าง ๆ กัน, โดยใช้น้ำหนักถ่วงที่พอเหมาะจับชีพจรจนถึงภาวะคงตัว, แล้วจึงเพิ่มน้ำหนักถ่วงจนถึงขีดสูงสุดที่พอเหมาะ, ให้ถีบต่อไปจนกระทั่งอัตราชีพจรถึง ๑๘๐ ครั้ง/นาที, เก็บอากาศหายใจออกขณะออกกำลัง, นำไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจ็นที่ร่างกายใช้หมดไป. นำผลค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นตามวิธีของออสตรานด์กับที่ได้จากการวิเคราะห์อากาศหายใจมาเปรียบเทียบกัน. พบว่าสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นของร่างกายที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ. กับ ๓๐° ซ. ต่างกันเพียงเล็กน้อย และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, แต่ที่อุณหภูมิ ๔๐° ซ. สมรรถภาพการจับออกซิเจ็นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ. ค่าการใช้ออกซิเจ็นจากผลการออกกำลังที่อุณหภูมิ ๓๐° ซ. น้อยกว่าที่อุณหภูมิ ๒๐° ซ. กับ ๔๐° ซ. แต่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. วิธีการของออสตรานด์อาจไม่เหมาะกับการทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นของร่างกายในอุณหภูมิ ๔๐° ซ., แต่อาจใช้ได้กับการทดสอบในอุณหภูมิ ๒๐° ซ. ถึง ๓๐° ซ.

---

[24]สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์, "การเปรียบเทียบผลการวัดการจับออกซิเจ็นขณะออกกำลังกาย ตามวิธีของออสตรานด์กับวิธีวิเคราะห์อากาศหายใจ" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๒๕๑๓).

ในปี ค.ศ. ๑๙๗๑ แลร์รี่ ไรน์ฮาร์ดท์ เกตต์มาน[๒๕] (Larry Rhineheart Gettmann) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของน้ำหนักตัวและสภาพทางร่างกายที่มีผลต่อการทดสอบด้วยจักรยานวัดงาน (Ergometer) และ เทรดมิลล์ (Treadmill) เขาได้แบ่งผู้ถูกทดลองออกเป็น ๔ กลุ่ม กลุ่มละ ๑๕ คน กลุ่มที่ ๑ สภาพร่างกายปกติ น้ำหนักน้อย, กลุ่มที่ ๒ สภาพร่างกายไม่ปกตินำหนักน้อย, กลุ่มที่ ๓ สภาพร่างกายปกติ น้ำหนักมาก, และกลุ่มที่ ๔ สภาพร่างกายไม่ปกติ น้ำหนักมาก ให้ทั้ง ๔ กลุ่มทำงานในระดับที่ใช้ความสามารถเกือบจะสูงสุด แล้วดูความแตกต่างของทั้ง ๔ กลุ่ม ปรากฏว่าผู้ที่มีน้ำหนักมากและผู้ที่มีสภาพร่างกายปกติมีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่าผู้ที่มีน้ำหนักน้อยและผู้ที่มีสภาพร่างกายไม่ปกติ ในการที่จะเดาความสามารถในการทำงาน บุคคลที่มีน้ำหนักมากจะได้กำไรมากกว่าบุคคลที่มีน้ำหนักน้อยในจำนวนงานที่ให้ในการทดสอบกับจักรยาน แต่คนที่มีน้ำหนักน้อยจะสามารถทำงานที่เทียบต่อน้ำหนักตัวของเขาได้มากกว่าคนที่มีน้ำหนักมาก

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๑) พอล โรเบริต เทย์เลอร์[๒๖] (Paul Robert Taylor) ได้ศึกษาถึงลักษณะทางกลไกในการวิ่งของนักวิ่งที่มีประสิทธิภาพ โดยให้ผู้ถูกทดลองทุกคนวิ่งบนเทรดมิลล์ (Treadmill) ขณะวิ่งจดข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการออกซิเจนไว้ด้วยเพื่อดูประสิทธิภาพในการวิ่ง ใช้การถ่ายรูปขณะวิ่ง แล้วนำรูปนั้นมาวิเคราะห์เพื่อตัดสินกลไกในการวิ่ง ซึ่งดีที่สุดของแต่ละคน การวิเคราะห์ดูความเร็ว, อัตราเร่งของขา, ช่วงของการเคลื่อนไหวขา, แรงที่หัวเข่าและข้อเท้า, และปลายเท้าที่ใช้ในการวิ่ง. ผลปรากฏว่ากลไกต่าง ๆ เหล่านี้จะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพและคะแนนในการวิ่ง นอกจากนี้เขาก็ได้รายงาน

---

[25] Larry Rhineheart Gettmann, "Influence of Body Weight and Physical Condition on Bicycle and Treadmill Submaximal Work," Dissertation Abstracts International, 32 (1972), p. 5017 - A.

[26] Paul Robert Taylor, "The Relationship among Mechanical Characteristics, Running Efficiency, and Performance of Varsity Track Men," Dissertation Abstracts International, 32 (1972), pp. 6801 - A - 6802 - A.

งานว่าประสิทธิภาพและเวลาในการวิ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพอื่น ๆ อีกเช่น สภาพร่างกาย, จิตใจ, ลักษณะโครงร่าง, ความอดทนในการวิ่ง, และปัจจัยทางด้านกลไกอื่น ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพและเวลาในการวิ่ง

ในปีเดียวกัน (ค.ศ. ๑๙๗๑) ซูซานน์ ลี ฮิกส์[๒๗] (Susanne Lee Higgs) ได้ค้นคว้าเรื่องเกี่ยวกับการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนทางร่างกายของนักกีฬาที่มีความสามารถมากและนักกีฬาที่มีความสามารถปานกลาง โดยศึกษาในสภาพที่มีแรงจูงใจของตนเองและสภาพการแข่งขัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะดูความแตกต่างระหว่างนักกีฬาที่มีความสามารถมากและมีความสามารถปานกลางว่าเป็นผลเนื่องมาจาก ความสามารถของเขาเองหรือจากแรงจูงใจ และดูว่าคนจะสามารถทำงานได้เท่าไรในระดับสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุด นอกจากนี้ก็เพื่อจะหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดและความสามารถในการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทน เขาได้แบ่งนักกีฬาออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มที่มีความสามารถมากและกลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง, วัดสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นของทั้งสองกลุ่ม แล้วให้ผู้ถูกทดลองทั้ง ๒ กลุ่มทำแบบทดสอบ ๒ แบบ คือให้วิ่งบนเทรดมิลล์ (Treadmill) ภายใต้สภาพการที่มีแรงจูงใจ และให้วิ่งภายใต้สภาพการแข่งขัน ผลปรากฏดังนี้ ๑. ไม่มีความแตกต่างทางด้านแรงจูงใจในระหว่างนักกีฬาที่มีความสามารถมากและนักกีฬาที่มีความสามารถปานกลาง ๒. นักกีฬาที่มีความสามารถมากคะแนนความสามารถทางกลไกจะสูงกว่านักกีฬาที่มีความสามารถปานกลาง ๓. ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดของกลุ่มผู้ถูกทดลองที่มีความสามารถมากจะมีค่าสูงกว่าผู้ถูกทดลองที่มีความสามารถปานกลางอย่างมีนัยสำคัญ ๔. ค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำงานประเภทที่ต้องใช้ความอดทนของผู้ถูกทดลองที่มีความสามารถมากจะสูงกว่าผู้ถูกทดลองที่มีความสามารถปานกลางในสภาพที่มีแรงจูงใจของตนเองและสภาพการแข่งขัน ๕. มีความสัมพันธ์อย่างเล็กน้อยระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุด

---

[27] Susanne Lee Higgs, "Endurance Performance of Good and Average Women Competitors Under Self - Motivated and Competitive Conditions," Dissertation Abstracts International, 32 (1971), p. 3076 - A.

และเวลาที่สามารถทำงานได้ ๖. มีความสัมพันธ์อย่างสูงระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็น สูงสุดและจำนวนงานที่ทำได้ ๗. ค่าเฉลี่ยเวลาของการทำงานในระดับสมรรถภาพการจับออกซิย์เจ็นสูงสุดเท่ากับ ๔ นาที ๓๕.๘ วินาที ภายใต้สภาพแรงจูงใจของตนเอง ในสภาพการแข่งขันจะเพิ่มเวลาประมาณ ๓๐ วินาที