หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ร่างกายของมนุษย์เปรียบเหมือนเครื่องจักร เครื่องจักรที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานานย่อมเกิดสนิมไม่สามารถที่จะทำงานได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วได้ ร่างกายของมนุษย์ก็เช่นกัน ถ้าไม่มีการออกกำลังกายเป็นเวลานาน ๆ ก็จะทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เสื่อมสมรรถภาพลงไป การออกกำลังกายจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและมีคุณค่ามากที่จะช่วยให้มนุษย์มีชีวิตยืนยาวอยู่ได้ การออกกำลังกายถ้าจะให้ได้รับผลประโยชน์อย่างแท้จริง จะต้องมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและถูกต้อง ศาสตราจารย์ นายแพทย์อวย เกตุสิงห์ [1] ได้กล่าวถึงความสำคัญของการออกกำลัง และธรรมชาติของร่างกายในการออกกำลังกายว่า

"การออกกำลังอย่างถูกต้อง เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกคนตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยชรา แม้ในคนไข้ก็ต้องออกกำลังเพื่อช่วยฟื้นสภาพได้รวดเร็วขึ้น เด็กที่คลอดใหม่ต้องรอง ต้องสบัดแขนขาเป็นการออกกำลัง เด็กที่นอนนิ่ง ๆ เป็นเด็กที่เจ็บป่วยและอาจตายได้ เมื่อทารกโตถึงวัยเด็ก จะต้องกระโดดโลดเต้น อันเป็นการออกกำลังกายทำให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง เด็กที่อยู่แต่ในบ้านไม่มีโอกาสวิ่งเล่นกับเพื่อนจะเป็นเด็กอ่อนแอและขี้โรค ในวัยหนุ่มสาวการออกกำลังกายช่วยให้ระบบประสาทและจิตใจทำงานได้ดีเป็นปกติ ผู้ที่อยู่ในวัยชรา การออกกำลังจะช่วยป้องกันรักษาอาการและโรคที่เกิดในวัยชราได้หลายอย่าง เช่น อาการเมื่อยขบ และท้องผูกเป็นประจำตลอดจนความรู้สึกวิงเวียน หน้ามืดเพราะการไหลเวียนเลือดไม่เพียงพอ ผู้ที่อยู่เฉย ๆ มักจะมีโรคมากและอายุสั้น เห็นได้ชัดเจนจากพวกข้าราชการบำนาญ ซึ่งหลังจาก—

---

[1] อวย เกตุสิงห์, การออกกำลังเพื่อสุขภาพ, ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย, (เอกสารอัดสำเนา), 2514, หน้า 1.

เกษียณอายุแล้วส่วนมากมีอายุต่อไปอีกไม่เกิน 5 ปี เพราะพวกนี้เมื่อออกจากงานแล้วไม่ได้ทำงานอะไร ได้แต่นั่ง ๆ นอน ๆ ใจคอหดหู่ สุขภาพทรุดโทรมไปเรื่อย ๆ หากพวกนี้ได้ออกกำลังกายบ้าง มีการเคลื่อนไหวอยู่เสมอสุขภาพก็จะทรงตัวอยู่ต่อไปได้อีกนาน ผู้ที่อยู่ในวัยฉกรรจ์ก็เช่นเดียวกัน ผู้ที่ออกกำลังกายหรือทำงานหนักเป็นประจำจะมีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์กว่าผู้ที่ไม่ค่อยได้ใช้กำลังกาย"

การออกกำลังกายสม่ำเสมอช่วยให้กลไกของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่ว ว่องไว ข้อต่อต่าง ๆ ทำงานคล่องแคล่วไม่ติดขัด การประสานงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งมีเซลล์ (Cells) ประสาทผ่านไปในกล้ามเนื้อทำงานได้ดี กล้ามเนื้อมีกำลังการหดตัวมากขึ้น เมื่ออวัยวะส่วนต่าง ๆ เช่น กล้ามเนื้อ ประสาท หลอดโลหิต มีการทำงานสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี จะทำให้เกิดความสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่ว (Agility)

ในการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดตัวสั้น และอวัยวะส่วนนั้นเคลื่อนไหวด้วยตนเอง (active exercises) ช่วยให้เกิดประโยชน์ 4 ประการ คือ

1. ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกาย
2. ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น
3. ทำให้ประสิทธิภาพการประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ สูงขึ้น
4. ทำให้ระบบการไหลเวียนเลือดดีขึ้น [2]

รัชเมอร์ และ สมิทซ์ [3] (Rushmer and Smith) กล่าวถึงระบบการไหลเวียนเลือดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางกายว่า จำนวนเลือดรวมที่ออกจากหัวใจ (Cardiac Output) จะเพิ่มขึ้น แม้ว่ากิจกรรมทางกายที่ทำจะเป็นกิจกรรมเบา และอาจเพิ่มได้

---

[2] John Grawford Adams, Outline of Orthopacdics. (Edinburgh : T & A Constable Ltd., "Cardiac Control," Physiology Review. 39 (1959), p. 41.

[3] R.F. Rushmer, and O.A. Smith, "Cardiac Control," Physiology Review. 39 (1959), p. 41.

ถึง 35 ลิตรต่อนาที ในการกระทำกิจกรรมทางกายที่หนักในเพศชาย หรือจะมีปริมาณเลือดไหลเวียนต่อนาทีเพิ่มขึ้นถึง 7 เท่า ของขณะพัก ผลของการเพิ่มปริมาณเลือดรวมที่ออกจากหัวใจนี้ทำให้สัดส่วนของอัตราเต้นของหัวใจ และปริมาณเลือดในการบีบตัวของหัวใจแต่ละครั้ง (Stroke Volume) เพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าในขณะที่ออกกำลังกาย ความดันเลือดแดงขณะหัวใจบีบตัว [4] (Systolic arterial pressure) จะเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เลือดไหลเวียนไปสู่สมองและกล้ามเนื้อ รวมทั้งเซลล์ (Cells) ของอวัยวะอื่น ๆ ได้รวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงของความดันเลือดขณะออกกำลังกายจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของงาน ความเร็ว ระยะเวลาที่ออกกำลัง และขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของผู้ออกกำลังด้วย

การออกกำลังไม่ว่าจะเป็นการทำงานหรือการเล่นกีฬาประเภทใดก็ตาม ท่าทาง (Posture) ของร่างกายในขณะออกกำลังก็เป็นสิ่งสำคัญด้วยเหมือนกัน ตามหลักของสรีรวิทยานั้นถือว่า ท่าการออกกำลังท่าใดก็ตาม ถ้าทำให้บุคคลนั้นสบาย ให้อวัยวะของร่างกายทำงานได้โดยสะดวกเป็นสิ่งที่ดีที่สุด [5] โดยไม่ถูกแรงดึงดูดของโลกขัดขวางการไหลเวียนเลือด [6] ซึ่งหัวใจสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและสามารถไหลกลับเข้าสู่หัวใจได้สะดวก ทำให้หัวใจเต้นปกติ ไม่เร็วหรือช้าจน

---

[4] Donald K. Mathews, Edward L. Fox, The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, (Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1971), pp. 161-162.

[5] Katharine F. Wells, Kinesiology, (Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1971), p. 388.

[6] Samson Wright, Applied Physiology, (London : Geoffres Comberlege Oxford University Press, 1953), pp. 236-237.

เกินไป จากการศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกาย [7] พบว่า ในระหว่างการออกกำลังมีการเปลี่ยนแปลงในระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจมากขึ้น โดยทั่ว ๆ ไปอัตราชีพจรขณะพักของคนปกติ ประมาณ 72 ครั้งต่อนาที เมื่อเริ่มออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะเร่งเร็วขึ้นทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนาทีแรก ๆ และเมื่อออกกำลังไปประมาณ 4–5 นาที หัวใจจะเต้นเร็วสม่ำเสมอดีขึ้น อย่างไรก็ตาม อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงสุดเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลัง ระยะเวลาของการออกกำลัง สภาพร่างกาย และอารมณ์ของผู้รับการทดลอง ตลอดจนอุณหภูมิและความชื้นของสิ่งแวดล้อม

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทางของร่างกายในการทำงาน หรือออกกำลังที่อยู่ในท่าที่แตกต่างกัน ได้แก่ ท่านอนหงาย ท่านั่ง หรือท่ายืน จะทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น การไหลเวียนเลือด การทำงานของหัวใจ การทำงานของกล้ามเนื้อ เป็นต้น ออสตรานด์ [8] (Astrand) กล่าวว่า การออกกำลังกายในสภาพของท่าทางที่แตกต่างกัน จะมีผลต่ออัตราเต้นของหัวใจและความดันเลือด ซึ่งอัตราเต้นของหัวใจอาจจะสูงหรือต่ำ ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะท่าทางของร่างกายในการทำงานหรือออกกำลัง ถ้าต้องใช้แรงในการออกกำลังมาก อัตราเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และความดันเลือดจะเพิ่มด้วย

---

[7] Peter V. Karpovich, Physiology of Muscular Activity, (Philadelphia and London : W.B. Saunders Company, 1966), p. 167.

[8] Per-Olof Astrand and Kaare Rodahl, Textbook of Work Physiology, (New York : McGraw-Hill, Inc., 1970), pp. 144-146.

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ.1961 เพอร์ โอลอฟ ออสตรานด์ และ เบงท์ ซาลติน[9] (Per-Olof Astrand and Bengt Saltin) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สมรรถภาพออกซิเจนสูงสุดและอัตราเต้นของหัวใจ ในการออกกำลังของกล้ามเนื้อหลาย ๆ แบบ โดยให้ผู้รับการทดลอง 7 คน ทำงานจนถึงขั้นสูงสุด 7 อย่าง ได้แก่ ก) ถีบจักรยานวัดงานในท่านั่ง ข) ถีบจักรยานวัดงานในท่านอนหงาย ค) ทั้งถีบและหมุนจักรยานด้วยเท้าและมือในขณะเดียวกัน ง) วิ่งบนลู่กล จ) เล่นสกี ฉ) ว่ายน้ำ ช) ใช้มือหมุนข้อเหวี่ยง ผู้วิจัยพบว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2) ของการวิ่งบนลู่กลสูงกว่าการถีบจักรยาน (ในข้อ ก) การที่ทั้งถีบและหมุน (ในข้อ ค) และการเล่นสกี อัตราเต้นของหัวใจของทั้งข้อ ก, ค, ง, และ จ เหมือนกัน การถีบจักรยานวัดงานในท่านอนหงาย (ข) จะให้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2) ต่ำกว่าการถีบจักรยานในท่านั่ง (ก) ประมาณ 15 เปอร์เซนต์ ส่วนในการว่ายน้ำสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดน้อยกว่าการถีบจักรยานในท่านั่ง การหมุนด้วยมืออย่างเดียว ค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนเท่ากับ 70 เปอร์เซนต์ ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดในขณะนั่งถีบจักรยาน (ก) ผู้วิจัยสรุปว่า สมรรถภาพออกซิเจนและอัตราเต้นของหัวใจสูงสุดเหมือนกันในการวิ่งอย่างหนักเต็มที่ หรือถีบจักรยานหนักเต็มที่ในบุคคลที่ได้รับการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดี

---

[9] Per-Olof Astrand and Bengt Saltin, "Maximal Oxygen Uptake and Heart Rate in Various Types of Muscular Activity," Journal of Applied Physiology, 16 (1961), pp. 977-981.

ในปี ค.ศ.1966 เอ็ม เค จักคราบอร์ตี (M.K. Chackraborty) และ เอ อาร์ กูฮา รอย [10] (A.R. Guha Roy) ได้ศึกษาสมรรถภาพการจับออกซิเจนของกรรมกรอินเดียโดยวิธีให้ออกกำลังถีบจักรยาน และออกกำลังใช้มือหมุนข้อเหวี่ยง (cranking) แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิจัย กับผลการวิจัยของ โรดาฮ์ล (Rodahl) ซึ่งทำวิจัยสมรรถภาพการจับออกซิเจนในกรรมกรสวีเดน อเมริกัน และเยอรมัน จักคราบอร์ตี พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วกรรมกรชาวอินเดียมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนต่ำกว่ากรรมกรของประเทศทางตะวันตก

ในปี ค.ศ.1967 เบงท์ ซาลติน และ เพอร์ โอลอฟ ออสตรานด์ [11] (Bengt Saltin and Per - Olof Astrand) ได้ทำการศึกษาเรื่องสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬา โดยเลือกผู้รับการทดลองจากนักกีฬาทีมชาติของสวีเดน เป็นชาย 95 คน และหญิง 38 คน ให้ผู้รับการทดลองวิ่งบนลู่กล และถีบจักรยานวัดงานเพื่อดูสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของชาย 15 คน มีค่าสูงสุด คือ 5.75 ลิตรต่อนาที แต่ค่าสูงสุดของผู้รับการทดลองบางคนสูงถึง 6.17 ลิตรต่อนาที ค่าเฉลี่ยของการระบายอากาศหายใจสูงสุด (Maximal pulmonary ventilation) คือ 158.7 (140.0 – 203.3) ลิตรต่อนาที และค่าเฉลี่ยของอัตราเต้นของหัวใจ คือ 185 ครั้งต่อนาที ทีมนักกีฬาสกีระยะไกล (cross country skiers) 5 คน มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด คือ 83 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที (5.6 ลิตรต่อนาที)

---

[10] M.K. Chackraborty, and A.R. Guha Roy, "Aerobic Working Capacity of Indian Miners," Human Adaptability to Environments and Physical Fitness, (Madras-3 : vepery Press Madras-7, 1966), pp.107-119.

[11] Bengt Saltin, and Per-Olof Astrand, "Maximal Oxygen Uptake in Athletes," Journal of Applied Physiology, 23(1967), pp.353-358.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และค่าสูงสุดเป็นรายบุคคล ได้แก่ แชมป์เปี้ยนสกีทางไกลของโลก ซึ่งมีสมรรถภาพการจับออกซิเจน 85.1 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที, 5.7 ลิตรต่อนาที การระบายหายใจสูงสุด (maximal pulmonary ventilation) เท่ากับ 11.8 (91.6 – 131.0) ลิตรต่อนาที และอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด เท่ากับ 195 (185 – 204) ครั้งต่อนาที

ในปีเดียวกัน ที อิชิโกะ [12] (T. Ishiko) ได้ศึกษาสมรรถภาพการจับออกซิเจนของนักวิ่งระยะไกลเปรียบเทียบกับนักกรีฑาประเภทลาน โดยให้ทุกคนถีบจักรยานวัดงานตามวิธีการของ ฮอลเดน (Haldane's technique) เขาพบว่านักวิ่งระยะไกลมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดมากกว่านักกรีฑาประเภทลาน (45.3 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และ 34.4 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาทีตามลำดับ) ผู้วิจัยให้ข้อสังเกตว่าค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่ได้นี้ต่ำกว่ามาตรฐานของนักกีฬาชาวยุโรปและอเมริกันมาก ซึ่งเขาให้ข้อคิดว่า อาจเนื่องมาจากผู้รับการทดลองไม่ได้รับแรงจูงใจที่ดีพอในขณะทำการทดลองถีบจักรยานวัดงาน

ในปีเดียวกัน แจ็ค เอช วิลมอร์ [13] (Jack H. Wilmore) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และความสามารถอดทนในการทำงานโดยใช้วิธีวิเคราะห์อากาศที่หายใจ และเวลาที่ใช้ถีบจักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer) ปรากฏว่า สหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วย

---

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

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

เป็นลิตรต่อนาที และความสามารถอดทนในการทำงานมีค่าเท่ากับ 0.84 แต่สหสัมพันธ์จะลดลงเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว คือ มีค่าเท่ากับ 0.37 และสหสัมพันธ์จะลดลงอีกเมื่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันคือมีค่าเท่ากับ 0.18 อย่างไรก็ตามเมื่ออิทธิพลของน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันได้ทำให้คงที่ทางสถิติสหสัมพันธ์ระหว่างความอดทนในการทำงานและสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดที่มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวที่ไม่คิดไขมันต่อนาทีจะมีค่าเพิ่มขึ้น คือเท่ากับ 0.78 และ 0.64 ตามลำดับ แสดงว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความอดทนในการทำงานและสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นสามารถใช้สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเป็นเครื่องวัดความสามารถในการทำงานและเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานประสานกันระหว่างระบบหายใจ และระบบไหลเวียนเลือด และได้มีข้อแนะนำว่าสหสัมพันธ์จะมีค่าสูงขึ้น ถ้าเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้รับการทดลองได้เพียงพอ และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้รับการทดลองได้เป็นอย่างดี

ในปีเดียวกัน ชาลล์ ซี วอลลิน [14] (Charles C.Wallin) และแจค เซ็นเดล (Jack Schendell) ได้ทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงในระบบไหลเวียนเลือด ของบุคคลวัยกลางคน โดยให้ชายวัยกลางคน 21 คน ฝึกวิ่งเบา ๆ (Jogging) เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ต่อจากนั้นให้ทำการทดสอบถีบจักรยานวัดงานโดยใช้กำลังเกือบถึงขีดสูงสุด (Sub-maximal exercise) 6 นาที เพื่อดูผลแตกต่างของอัตราเต้นของหัวใจและ

---

14 Charles C. Wallin, and Jack Schendell, "Physiological in Middle Age men following a Ten - week jogging Program," Research Quarterly, American Association for Health, Physical Education and Recreation, (Vol.40, No.3 October, 1967), p. 600.

ความดันเลือดระหว่างก่อนฝึกวิ่ง และหลังจากฝึกวิ่งแล้ว ผลปรากฏว่าหลังจากการฝึกวิ่งแล้วระบบไหลเวียนเลือดดีขึ้น เนื่องจากอัตราเต้นของหัวใจขณะพัก ขณะทำงาน และขณะฟื้นตัว (Recovery) น้อยลง

ในปี ค.ศ.1969 ลาร์ส เฮอร์มันเซ็น และ เบงท์ ซาลติน [15] (Lars Hermansen and Bengt Saltin) ได้ทำการศึกษาเรื่องสมรรถภาพการจับออกซิเจนในระหว่างการวิ่งบนลู่กล และการออกกำลังกายจักรยานอย่างหนัก ผู้รับการทดลองเป็นชาย 55 คน มีอายุอยู่ระหว่าง 19–68 ปี มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดอยู่ระหว่าง 42–79 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที เขาให้ผู้รับการทดลองวิ่งบนลู่กลที่มีความชัน (3 องศา เท่ากับ 5.25 เปอร์เซนต์) และถีบจักรยานวัดงานซึ่งกำหนดให้กะไดหมุนไป 50 รอบต่อนาที จากการทดลองพบว่า ผู้รับการทดลอง 47 คน (จาก 55 คน) มีสมรรถภาพการจับออกซิเจน 0.28 ลิตรต่อนาที(7 เปอร์เซนต์) ในการวิ่งบนลู่กลซึ่งสูงกว่าการถีบจักรยานวัดงาน ระยะเวลาของการทำงาน การระบายหายใจ (pulmonary ventilation) แล็กเตทในเลือด (Blood lactate) และอัตราเต้นของหัวใจไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อายุหรือภาวะการฝึกไม่มีอิทธิต่อผลที่ได้ข้างต้นเลย ผู้รับการทดลอง 6 คน มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจากการวิ่งบนลู่กลที่มีความชัน 3 องศา สูงกว่าที่ได้จากการวิ่งในระดับราบถึง 0.20 ลิตรต่อนาที และเขาพบว่าการถีบจักรยานด้วยอัตราเร็ว 60 หรือ 70 รอบต่อนาที สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงกว่าการถีบด้วยอัตรา 50 หรือ 80 รอบต่อนาที

---

[15] Lars Hermansen and Bengt Saltin, "Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise," Journal of Applied Physiology, 26 (1969), pp. 31-37.

ในปีเดียวกัน เฮนเรียตต้า เอช เอเวนต์ (Henrietta H. Avent) โดนัลด์ อี แคมเบลล์ (Donald E. Campbell) โรเบิร์ต เอ็ม มาลินา (Robert M. Malina) และ แอลเบิร์ต บี ฮาร์เปอร์ [15] (Albert B. Harper) ได้ศึกษานักกรีฑาในเรื่องเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของหัวใจและหลอกเลือดโดยเลือกเฉพาะนักกรีฑาที่เข้าแข่งขันในรอบสุดท้าย จำนวน 13 คน ในการแข่งขัน - The First Annual DGWS Track and Field Championships ซึ่งมีขึ้นที่ San Marcos, Texas ในวันที่ 9 พฤษภาคม 1969 โดยแบ่งผู้รับการทดลองออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ นักวิ่งระยะสั้น คือผู้ที่ร่วมแข่งขัน 100 หลา หรือวิ่งผลัด 110 หลา นักวิ่งระยะกลาง คือผู้ที่ร่วมแข่งขันวิ่ง 220 หลา และ 440 หลา และนักวิ่งระยะไกล คือผู้ที่ร่วมแข่งขันวิ่ง 800 หลา และ 1 ไมล์ ให้ผู้รับการทดลองทั้ง 3 ประเภท ทำการทดสอบสมรรถภาพในการทำงานโดยใช้วิธีการทดสอบของ ออสตรานด์ (Astrand) การทดสอบทำในห้องปรับอากาศที่ Hines Gymnasium, Southwest Texas State University. น้ำหนักถ่วงที่ให้ทุกคนทำนั้นหนักมาก แต่มีบางคน คือ ผู้ชนะเลิศวิ่งระยะสั้นและผู้ที่สามารถทำลายสถิติการวิ่งระยะกลางและระยะไกล น้ำหนักถ่วงที่ให้ไม่เหมาะสมสำหรับเขาทั้งสามเลย ผลปรากฏว่าชีพจรของนักวิ่งระยะทางไกลจะขึ้นช้ากว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเขาจะสามารถไปถึงภาวะอยู่ตัว (Steady State) ได้เร็ว สิ่งที่น่าพิจารณาก็คือ น้ำหนักถ่วงที่หนักสำหรับนักวิ่งระยะสั้น และระยะกลาง จะเป็นน้ำหนักปานกลางสำหรับนักวิ่งระยะไกลจากการนำค่าชีพจรไปเปิดตารางของออสตรานด์ ปรากฏว่า นักวิ่งระยะสั้นควรจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ประมาณ 2.6

---

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

ลิตรต่อนาที (45 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) นักวิ่งระยะกลางควรจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ประมาณ 3.2 ลิตรต่อนาที (57 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) และนักวิ่งระยะยาวควรจะมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ประมาณ 3.8 ลิตรต่อนาที (67 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)

ในปี ค.ศ.1971 แลร์รี่ ไรน์ฮารดท์ เกตต์มาน [17] (Larry Rhineheart Gettmann) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของน้ำหนักตัว และสภาพทางร่างกายที่มีผลต่อการทดลองด้วยจักรยานวัดงาน (Ergometer) และเทรดมิลล์ (Treadmill) เขาได้แบ่งผู้รับการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มที่หนึ่ง สภาพร่างกายปกติน้ำหนักน้อย กลุ่มที่สอง สภาพร่างกายไม่ปกตินำหนักน้อย กลุ่มที่สาม สภาพร่างกายปกตินำหนักมาก และกลุ่มที่สี่ สภาพร่างกายไม่ปกตินำหนักมาก ให้ทั้งสี่กลุ่มทำงานในระดับที่ใช้ความสามารถเกือบจะสูงสุดแล้วดูความแตกต่างของทั้งสี่กลุ่ม ทำงานในระดับที่ใช้ความสามารถที่สูงสุด ปรากฏว่า ผู้ที่มีน้ำหนักมากและผู้ที่มีสภาพร่างกายปกติมีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่าผู้มีน้ำหนักน้อยและผู้ที่มีสภาพร่างกายไม่ปกติในการที่จะเกาความสามารถในการทำงาน บุคคลที่มีน้ำหนักมากจะได้ผลมากกว่าบุคคลที่มีน้ำหนักน้อยในจำนวนงานที่ให้ในการทดลองกับจักรยาน แต่คนที่มีน้ำหนักน้อยจะสามารถทำงานที่เทียบต่อน้ำหนักตัวของเขาได้มากกว่าคนที่มีน้ำหนักมาก

ท่าทางของร่างกายมีผลต่อการออกกำลังเป็นอย่างมาก ถ้าออกกำลังในท่าที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งขัดกับหลักธรรมชาติ หรือท่าทางของร่างกายไม่อยู่ในลักษณะที่สบายแล้ว

17/6

Larry Rhineheart Gettmann, "Influence of Body Weight and Physical Condition on Bicycle and Treadmill Submaximal Work," Dissertation Abstracts International, 32 (1972), 17-A. p. 50.

จะมีผลต่ออัตราเต้นของหัวใจและความดันเลือด ทำให้อัตราเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานของหัวใจ ถ้าหัวใจสามารถส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้สะดวกแล้วโดยไม่ถูกขัดขวาง จะทำให้หัวใจและหลอดเลือดสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นผลทำให้อัตราเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเหนื่อยช้า ตรงกันข้ามถ้าหัวใจและหลอดเลือดทำงานหนัก เพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้อัตราเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเหนื่อยง่าย หรือทำให้มีสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดต่ำหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะท่าทางของการออกกำลัง

ด้วยเหตุดังกล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าน่าจะได้ศึกษาดูว่าท่าทางของร่างกายจะมีผลต่อการทดสอบแบบออสตรานด์อย่างไรต่อสภาพการทำงานของร่างกาย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดท่าทางของร่างกายขณะออกกำลังโดยใช้วิธีการวัดงานของออสตรานด์ (Astrand bicycle ergometry)

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการถีบจักรยานวัดงานในท่าต่าง ๆ ว่าจะมีท่าใดนอกจากท่านั่งปกติที่จะใช้เป็นแบบมาตรฐานได้อีก

3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของการถีบจักรยานที่นอกเหนือจากท่านั่งปกติ.

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์ ในท่านั่งปกติ กับท่านั่งบนอานขาตรงแตกต่างกัน

2. ผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์ ในท่านั่งปกติกับท่านอนหงายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์ ในท่านั่งปกติกับท่ายืนแตกต่างกัน

4. ผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์ ในท่านั่งขาตรงกับท่านอนหงายแตกต่างกัน

5. ผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์ ในท่านั่งขาตรงกับท่ายืนแตกต่างกัน

6. ผลการทดสอบเออร์โกเมตรีย์ ในท่านอนหงายกับท่ายืนแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้รับการทดลองเป็นนิสิตชายจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา เป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ จำนวน 50 คน

2. การวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของท่าทางของร่างกายในขณะถีบจักรยานวัดงาน 4 ท่า คือ ท่านั่งปกติ (normal sitting posture) ท่านั่งขาตรง (Extended sitting posture) ท่านอนหงาย (supine posture) และท่ายืน (Standing posture)

3. การทดลองแต่ละท่า ทำการทดลองท่าละ 2 ครั้ง แล้วคัดเลือกครั้งที่ดีกว่า

4. การวิจัยนี้ทำการทดลองในห้องปกติธรรมดาที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก

5. การวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์ในวิธีความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของนิวแมนคูลส์ (The Newman - Keuls Test).

ข้อตกลงเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ใช้อัตราเต้นของหัวใจ ขณะทำการทดลองแต่ละท่าการออกกำลังไปค้นผลในตารางเทียบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดตามแบบของออสตรานด์.

ความจำกัดของการวิจัย

1. ผู้รับการทดลองแต่ละคนทำการทดลองเป็นเวลาหลายวันผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมสภาพภูมิอากาศได้ จึงทำให้ผลที่ได้คลาดเคลื่อน และไม่ดีเท่าที่ควร

2. ผู้ทำการวิจัยไม่สามารถควบคุมการปฏิบัติตัว ของผู้รับการทดลองได้ตลอดระยะเวลาของการทดลอง เช่น อาหารที่รับประทาน การพักผ่อน การนอน การใช้กำลังกายไปในทางอื่น ๆ ฯลฯ.

คำจำกัดความในการวิจัย

สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness)

หมายถึง บุคคลที่มีความสามารถควบคุมตนเองได้ดี และรวมถึงความสามารถอื่น ๆ ที่ร่างกายปฏิบัติต่องาน หรือภาระกิจต่าง ๆ ได้เป็นเวลานานโดยไม่เกิดความเหน็ดเหนื่อยก่อนกำหนด องค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานของสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วยแรง (Strength) ความอดทน (Endurance) ความเร็ว (Speed) กำลัง (Power) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของร่างกาย (Agility)

จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer)

หมายถึง จักรยานที่ใช้ถีบอยู่กับที่เพื่อใช้วัดงานประสิทธิภาพของหัวใจและการหายใจ จักรยานที่ใช้ทดลองเป็นแบบ โมนาร์ค (Momark Bicycle Ergometer) เป็นจักรยานล้อเดียวอยู่กับที่มีน้ำหนักถ่วงให้นิ่ง สายพานพันด้านหนึ่งของล้อซึ่งสามารถจะขันให้ตึงหรือคลายให้หย่อนได้มีสเกลบอกน้ำหนักถ่วงจากสายพานเป็นกิโลปอนด์.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบแบบออสตรานด์ (Astrand Test)

หมายถึง การวัดกำลังที่ใช้ถีบจักรยานวัดงาน โดยคำนวณจากอัตราเต้นของหัวใจในสภาพอยู่ตัว (steady state)

ท่านั่งปกติ (Normal sitting posture)

หมายถึง การจัดระดับของอานให้มีความสูงพอเหมาะสำหรับการนั่งถีบ เท้าทั้งสองวางบนกะได เข่าข้างหนึ่งงอประมาณ 60 องศา อีกข้างหนึ่งงอเล็กน้อย ลำตัวตั้งตรง มือทั้งสองจับแฮนเดิลจักรยาน แขนหย่อนเล็กน้อย

ท่านั่งขาตรง (Extended sitting posture)

หมายถึง การนั่งบนอานจักรยานวัดงาน ซึ่งจัดให้อยู่ตรงแกนกะไดในแนวตั้งและมีความสูงจนเวลาถีบขาข้างหนึ่งเหยียดตรง ส่วนขาอีกข้างหนึ่งงอเล็กน้อย ลำตัวตรงมือทั้งสองข้างจับแฮนเดิลจักรยาน แขนงอเล็กน้อย

005717

ท่ายืน (Standing posture)

หมายถึง ท่ายืนบนกะไดจักรยานโดยไม่มีอานรองก้น ขาข้างหนึ่งเหยียดตรง อีกข้างหนึ่งงอเล็กน้อย ลำตัวตั้งตรง มือทั้งสองข้างจับที่แฮนเดิลจักรยาน แขนงอเล็กน้อย

ท่านอนหงาย (Supine posture)

หมายถึง ท่านอนหงายอยู่ในท่าที่สบาย จัดลำตัวและศีรษะให้อยู่ในระนาบบนพื้นเดียวกัน เท้าทั้งสองข้างเหยียบที่กะได-จักรยานซึ่งตั้งไว้เลยไปทางปลายเท้า ในขณะเตรียมพร้อมเข่าข้างหนึ่งงอประมาณ 60 องศา อีกข้างหนึ่งงอเล็กน้อย แขนทั้งสองข้างจับที่ขอบเตียง เพื่อช่วยไม่ให้ลำตัวเคลื่อนที่เวลาถีบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 17946207

อัตราเต้นของหัวใจ (Heart Rate)

หมายถึง อัตราเต้นของหัวใจในนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6

ภาวะอยู่ตัว (Steady State)

หมายถึง ระยะเวลาที่การออกกำลังกายคงที่สม่ำเสมอ การจับออกซิเจนคงที่ ความต้องการออกซิเจนของร่างกายคงที่ และหนี้ออกซิเจนคงที่ด้วย ทราบได้โดยการนับอัตราเต้นของหัวใจทุก ๆ นาทีในขณะออกกำลัง และอัตราเต้นของหัวใจต่างกันไม่เกิน 5 ครั้งต่อนาที ใน 3 นาทีติดต่อกัน

ปริมาณงาน หรือความหนักของงาน (Work Load)

หมายถึง ความหนักของงาน (Intensity) คิดเป็นกิโลปอนด์เมตรต่อนาที.

สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen uptake or intake capacity)

หมายถึง ความสามารถสูงสุดของร่างกาย ที่จะจับออกซิเจนเพื่อไปใช้ให้พอเพียงในระหว่างการออกกำลังกายอย่างเต็มที่.

ท่าทางของร่างกาย (Posture)

หมายถึง การจัดลักษณะของร่างกายในขณะออกกำลัง.

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อหราบว่าผู้รับการทดลองนั่งบนจักรยานวัดงาน ในท่าที่แปลกไปจากปกติ ผลที่ได้จะแตกต่างไปจากการทดสอบแบบออสตรานส์ปกติอย่างไรหรือไม่

2. เพื่อเสาะหาท่าถีบจักรยานท่าอื่นนอกเหนือจากท่าปกติ ซึ่งอาจจะให้ผลดีเท่าท่าปกติ แต่อาจจะให้ความสะดวกบางประการพิเศษออกไป.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย