หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดที่มีผลต่อความเหนื่อยของกล้ามเนื้อ โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานโดยการถีบจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนักของงานแตกต่าง 4 ชนิด คือ 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนิสิตชายอาสาสมัครชั้นปีที่ 1 - 4 กากวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีสุขภาพดี จำนวน 15 คน อายุเฉลี่ย 21.53 ปี น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 57.73 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ย 166.73 เซ็นติเมตร

วิธีดำเนินการวิจัย

ให้ผู้รับการทดลองแต่ละคนทดสอบหาสมรรถภาพสูงสุดในการรับออกซิเจน แล้วจึงกำนวณหาน้ำหนักของงานที่เหมาะสมกับผู้รับการทดลองแต่ละคน ในอัตราของงาน 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจน ให้ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนจับสลากเลือกว่าจะออกกำลังแบบใดก่อนแล้วกำหนดให้ทำงานจนครบทั้ง 4 ระดับความหนักของงาน โดยให้การทำงานแต่ละระดับงานต่างกัน 1 สัปดาห์

การเก็บตัวอย่างเลือดนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างเลือดขณะพักของผู้เข้า

รับการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดแลคติคในเลือดหลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานที่ระดับความหนักของงานตามที่จับสลากได้ ให้ผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนทำงานจนครบทั้ง 4 ชนิด โดยให้ระยะห่างของการทำงานแต่ละแบบมีช่วงห่างกัน 1 สัปดาห์ การทำงานให้ทำจนเหนื่อยจนไม่สามารถทำต่อไปได้จึงให้หยุดพัก หลังจากหยุดพักแล้ว 5 นาที จึงทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดของผู้เข้ารับการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือด แล้วบันทึกผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้เป็นข้อมูลเพื่อศึกษาต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เลือด ซึ่งเป็นความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดขณะพักและหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วจึงวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - Way Analysis of Variance) เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่าง เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จึงนำผลนั้นมาทดสอบเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธีของ Scheffé

ข้อค้นพบ

1. จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ความเข้มข้นของกรดแลคติคขณะพักและหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกัน พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดขณะพักจะมีน้อยที่สุด (.86 mM) และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะมีค่ากรดแลคติคสูงสุด (6.53 mM)

2. ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดขณะพัก และหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการ

จับออกซิเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

3. จากการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธีของ Scheffé พบว่า

3.1 ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดขณะพักและหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

3.2 ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน มีค่าสูงกว่าขณะพัก ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

3.3 ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน มีค่าสูงกว่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

3.4 ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงานระหว่าง 70 % และ 90 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน, ระหว่าง 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน และระหว่าง 110 % กับ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01

4. จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการทำงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกัน พบว่า ในการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะใช้เวลาในการทำงานโดยเฉลี่ยนานที่สุด (9.27 นาที) และในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะใช้เวลาในการทำงานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.10 นาที)

5. จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการสะสมของกรดแลกติคต่อนาทีในการทำงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกัน พบว่าในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน จะมีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติค

สูงสุด (2.47 mM) และในการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะมีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคต่ำสุด (.36 mM)

6. อัตราการสะสมโดยเฉลี่ยของกรดแลคติคในเลือดตอนาทีในการทำงานที่ระดับความหนัก 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

7. จากการเปรียบเทียบรายคู่ตามวิธีของ Scheffé พบว่า

7.1 อัตราการสะสมโดยเฉลี่ยของกรดแลคติคในเลือดตอนาทีในการทำงานที่ระดับความหนัก 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

7.2 อัตราการสะสมโดยเฉลี่ยของกรดแลคติคในเลือดตอนาทีในการทำงานที่ระดับความหนัก 90 %, 110 % และ 130 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

7.3 อัตราการสะสมโดยเฉลี่ยของกรดแลคติคในเลือดตอนาทีในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % และ 130 % ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

<u>การอภิปรายผล</u>

ผลจากการวิเคราะห์กรดแลคติคในเลือดพบว่าในขณะพักค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดจะมีอยู่ในระดับต่ำคือ .86 mM แต่เมื่อระดับความหนักของงานเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังจะเห็นจากตารางที่ 2 เมื่อทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคจะเป็น 2.85 mM เมื่อระดับความหนักของงานเพิ่มขึ้นเป็น 90 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคจะมีค่าเป็น 4.97 mM และเมื่อระดับความหนักของงานเพิ่มขึ้นเป็น 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 6.53 mM แต่ครั้นเมื่อระดับความหนักของงานเพิ่มขึ้นเป็น 130 % ของความสามารถสูงสุดในการ

จับออกซิเจนกลับปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคลดลงเล็กน้อยคือมีค่าเป็น 6.13 mM เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละระดับ พบว่าการที่กรดแลคติคเพิ่มขึ้นนั้นมิได้เป็นผลมาจากความหนักของงานที่เพิ่มขึ้นอย่างเดียว แต่ยังมีผลมาจากระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานอีกด้วย ดังจะเห็นได้จากการทำงานที่ระดับความหนัก 70 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ผู้เข้ารับการทดลองจะใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 9:27 นาที พลังงานที่ใช้ในการทำงานระดับนี้จะได้จากทั้งกระบวนการไกลคอลิซิส (glycolysis) และกระบวนการที่ใช้ออกซิเจน (aerobic) จึงทำให้กรดแลคติคที่สะสมอยู่ในเลือดมีน้อย คือมีอยู่เพียง 2.85 mM. ทั้งนี้เพราะออกซิเจนจะช่วยให้เกิดการเผาผลาญต่อไป ทำให้กรดแลคติกสลายตัว กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle)[1]

ส่วนในการทำงานที่ระดับความหนัก 90 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน เวลาที่ใช้ในการทำงานโดยเฉลี่ยเป็น 5:59 นาที ซึ่งการทำงานในช่วงเวลานี้จะทำให้มีกรดแลกติคเพิ่มสูงขึ้นทั้งนี้เพราะความเป็นกรดของร่างกายทั้งหมดเนื่องมาจากกรดแลกติกและกรดคาร์บอนิคที่เกิดขึ้นจากการทำงานของกล้ามเนื้อแพร่ซึมไปในกระแสโลหิตและโลหิตก็จะทำการบัฟเฟอร์ (buffer) ความเป็นกรดด้วยฮีโมโกลบินและพลาสมาโปรตีน โกลบูลิน (globulin) ทำให้ความเป็นกรดลดน้อยลงไปบ้าง แต่การผลิตกรดมีมากกว่าจำนวนกรดที่ถูกบัฟเฟอร์ ดังนั้นความเป็นกรดของโลหิตจะเพิ่มขึ้นและสะสมไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่มีการทำงานในระดับนี้[2]

---

[1]สิรินทร์ วิโมกข์สันถวและคนอื่น ๆ, ชีวเคมี (กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดไทยวัฒนาพานิช, 2521), หน้า 223.

[2]อนันต์ อัตชู, สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช 2521), หน้า 61.

แต่ในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน แม้ว่าความหนักของงานจะแตกต่างกันแต่เวลาเฉลี่ยของการทำงานที่ความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะใช้เวลาในการทำงานถึง 4.23 นาที ซึ่งทำให้มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดสูงถึง 6.53 mM แต่ในการทำงานที่มีความหนักของงาน 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนนั้น เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงานลดลงเป็น 3.10 นาที ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการทำงานที่หนัก จึงทำให้ผู้เข้ารับการทดลองไม่สามารถทำงานได้ในระยะเวลานาน และถึงแม้ว่าหลังจากสิ้นสุดการทำงานแล้วผู้เข้ารับการทดลองแต่ละคนจะไม่เหนื่อยแต่ทุกคนก็มีความรู้สึกว่ากล้ามเนื้อมีความล้าจนไม่สามารถทำงานต่อไปได้ไหว ดังนั้นระยะเวลาในการทำงานจึงสั้นกว่าการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณของกรดแลคติกลดลงเป็น 6.13 mM. แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาจากตารางที่ 6 ซึ่งแสดงอัตราการสะสมของกรดแลคติกโดยเฉลี่ยต่อนาทีของการทำงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกันแล้วจะพบว่ากากวามเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะมีค่าสูงกว่าค่าความเข้มข้นของกรดแลกติกในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน คือในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะมีค่ากรดแลคติคเป็น 2.47 mM. ส่วนในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน มีค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคเป็น 2.11 mM. อย่างไรก็ตามก็ถือได้ว่าระดับความหนักของงานทั้ง 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนเป็นการทำงานที่มีความหนักใกล้เคียงกัน ซึ่งในการทำงานระดับนี้พลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ได้มาจากไกลคอลิซิส (glycolysis) แต่ขณะเดียวกันก็จะใช้เอทีพีจากวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) และระบบขนส่งอิเลคตรอน (CETS) ด้วยเช่นกัน แต่พลังงานเอทีพี ที่ได้จากวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) และระบบขนส่งอิเลกตรอน (CETS) มีจำนวนน้อยกว่าไกลคอลิซิสมาก เพราะเนื่องจากการ

ไหลเวียนของโลหิตไปสู่กล้ามเนื้อทำงานไม่สะดวก ทำให้กล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนได้ก่อนข้างจำกัด และเมื่อไกลคอลิซิสทำงานหนักและรวดเร็ว จะทำให้มีกรดแลคติคสะสมมากขึ้น[1]

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว พบว่า การที่กรดแลคติคในเลือดเพิ่มขึ้นนั้นมีผลมาจากความหนักของงานและระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานด้วย ซึ่งตรงกับที่ จอน ออสเนส และเฮอร์แมนเสน (Jan-Bjφn Osnes and Lars Hermansen) กล่าวไว้ว่าการเกิดของกรดแลคติคในกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความหนักของงาน, ระยะเวลาในการทำงาน และชนิดของงาน[2] นอกจากนี้ยังพบอีกด้วยว่ายิ่งระดับความหนักของงานเพิ่มมากขึ้น ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดก็เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากที่ระดับความหนักของงาน 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนเพียงระดับเดียวที่ค่าของกรดแลคติคลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากระยะเวลาในการทำงานลดลง ซึ่งหากพิจารณาจากตารางที่ 6 ที่แสดงอัตราการสะสมของกรดแลคติคโดยเฉลี่ยต่อนาทีแล้ว จะพบว่าค่ากรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนจะมีค่ากรดแลคติคสูงกว่าค่ากรดแลคติคในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน คือมีค่าเท่ากับ 2.47 mM. ส่วนค่าของกรดแลคติคในการทำงานระดับความหนัก 110 % ของการจับออกซิเจนสูงสุดจะมีค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคเป็น 2.11 mM. ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงว่าเมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้นค่าความเข้มข้นของ

---

[1]อนันต์ อัตชู, สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2521), หน้า 60 - 61.

[2]Jan - BJφn Osnes and Lars Hermansen, "Acid - base balance after maximal exercise of Short duration," Journal of Applied Physiology 32 (January 1972), p. 59.

กรดแลคติคก็เพิ่มขึ้นด้วย และจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance) พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดและในการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 70 %, 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

* และจากการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 90 %, 110 % และ 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจนมีค่าสูงกว่าขณะพัก ($P < .01$) และในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % และ 130 % มีค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดสูงกว่าการทำงานที่ระดับงาน 70 % ($P < .01$) ส่วนในการทำงานที่ระดับความหนัก 90 %, 110 % และ 130 % ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดไม่แตกต่างกัน ($P < .01$) และการทำงานที่ระดับความหนัก 70 % และ 90 % กับในการทำงานที่ระดับความหนัก 70 % ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดกับขณะพักค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P < .01$)

การที่ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดหลังการทำงานที่ระดับความหนักของงาน 90 %, 110 % และ 130 %, ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในการทำงานที่ระดับความหนัก 70 % และ 90 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน และค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 70 % กับขณะพักมีค่าไม่แตกต่างกันนั้น อาจเป็นเพราะว่าช่วงความถี่ของระดับความหนักของงานอยู่ใกล้เคียงกันเกือบมีช่วงห่างกันเพียง 20 % ของทุกระดับงานจึงทำให้ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าพิจารณาช่วงระยะห่างของระดับความหนักของงานให้ห่างกันมากกว่า 20 % ก็จะพบว่าความเข้มข้นของกรดแลคติคที่สะสมจะมีค่าแตกต่างกัน เช่น ที่ระดับความหนักของงาน 70 % และ 110 % จะเห็นว่าที่ระดับความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน มีค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดสูงกว่า

ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดที่ระดับความหนักของงาน 70 % ส่วนในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน มีค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดไม่แตกต่างจากการทำงานที่ระดับความหนัก 90 % และ 110 % นั้น เป็นเพราะว่าเวลาในการทำงานที่ระดับงาน 130 % สั้นกว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานที่ความหนักของงาน 110 % ซึ่งถ้าหากพิจารณาอัตราการสะสมของกรดแลคติคโดยเฉลี่ยต่อนาทีในตารางที่ 6 แล้วจะเห็นได้ว่าค่าของกรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 130 % จะสูงกว่าค่ากรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนัก 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงว่าในช่วงความถี่ที่สูงกว่า 20 % จะปรากฏว่าค่าความเข้มข้นของกรดแลคติกจะสูงขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นทำให้สรุปได้ว่ากรดแลคติคไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ เพราะถ้าหากกรดแลคติคมีผลต่อความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อแล้ว ไม่ว่าระดับของงานจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ตาม ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดในการทำงานที่ระดับความหนักของงานแตกต่างกันนั้นน่าจะมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่น่าที่จะมีค่าแตกต่างกันมากนัก ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ในการทำงานที่ระดับความหนัก 70 % และ 110 % ของความสามารถสูงสุดในการจับออกซิเจน จะเห็นได้ว่าในการทำงานที่ความหนัก 70 % ใช้เวลาในการทำงาน 9.27 นาที มีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติค 2.85 mM. ส่วนในการทำงานที่มีระดับความหนัก 110 % ซึ่งใช้เวลาในการทำงาน 4.23 นาที จะมีกรดแลคติกสะสมอยู่สูงถึง 6.53 mM. ยอมเป็นสิ่งที่แสดงว่าภาวะที่ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นมิได้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้กล้ามเนื้อเหน็ดเหนื่อย แต่การเพิ่มขึ้นของกรดแลคติกเป็นผลมาจากระดับความหนักของงานที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการทำงาน ซึ่งตรงกับข้อสรุปของออสตรานที่ว่าความแตกต่างของระดับงานจะก่อให้เกิดกรดแลคติกได้แตกต่างกัน ซึ่งออสตรานได้สรุปไว้ดังนี้

1. ในการออกกำลังกายอย่างเบานั้น กล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อเองรวมทั้งออกซิเจนที่ได้จากการหายใจ และการไหลเวียนเลือดก็เพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ อาชีพที่ทำงานตามปกติประจำวันนั้นเป็นการใช้กำลังกายที่จัดอยู่ในพวกนี้

2. การออกกำลังกายปานกลางนั้น ในระยะต้นต้องใช้เมตาบอลิสมที่ไม่ใช้ออกซิเจนด้วย จนกว่าเมตาบอลิสมที่ใช้ออกซิเจนปรับตัวและมาทดแทนได้หมด กรดแลคติคที่เกิดขึ้นจะแพร่กระจายเข้าไปในเลือดดำ และอาจตรวจพบในเลือดแดงด้วย ถ้าจำนวนกรดแลคติคมากพอ เมื่อการออกกำลังกายดำเนินต่อไปกรดแลคติกจะลดลงสู่ระดับปกติ ทำให้สามารถทำงานต่อไปได้หลายชั่วโมง

3. ในการออกกำลังกายอย่างหนัก จำนวนออกซิเจนที่ขาด (Oxygen deficit) จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และแลคเตทในเลือดก็จะเพิ่มขึ้นมาก การออกกำลังชนิดนี้ไม่สามารถทำต่อไปได้เกิน 2 - 3 นาที[1]

จากข้อสรุปของออสตรานดังกล่าวเป็นสิ่งที่ยืนยันว่าผลผลิตของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นนั้น เป็นผลมาจากระดับความหนักของงานที่แตกต่างกัน คือถ้าให้ผู้เข้ารับการทดลองทำงานในระดับปานกลางจะพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดจำนวนเล็กน้อย แต่เมื่อให้ทำงานหนักขึ้นจะพบว่าความเข้มข้นของกรดแลคติกจะเพิ่มสูงขึ้นตามความหนักของงานที่เพิ่ม ซึ่งตรงกับข้อค้นพบของผลการวิจัยนี้ทุกประการ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ากรดแลคติคในเลือดไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเหน็ดเหนื่อยของกล้ามเนื้อ แต่ปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดนั้นเป็นผลมาจากระดับความหนักของงานและระยะเวลาในการทำงานที่แตกต่างกัน

---

[1]Per - Olof Astrand and Kaare Rodahl, Textbook of Work Physiology (Tokyo : McGraw - Hill Kogakusha, Ltd, 1970), p. 296.

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะสิ่งที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การกีฬาดังนี้ คือ

1. ในการฝึกเพื่อให้กล้ามเนื้อทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) นั้นควรฝึกเพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถสะสมอาหารในรูปของฟอสฟาเจน (ATP + CP) ได้มากขึ้นกว่าเดิมเพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานหนักได้ในระยะเวลานาน

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรให้ผู้รับการทดลองได้ทดลองในสภาพการณ์ที่เป็นจริงเช่นด้วยการวิ่งอย่างเต็มที่ในระยะทาง 100 เมตร, 200 เมตร, 400 เมตร และ 1500 เมตร เป็นต้น

3. ในการทดลองครั้งต่อไปโดยให้ผู้ถูกทดลองทำงานที่มีระดับความหนักของงานแตกต่างกันนั้นควรเพิ่มช่วงห่างของน้ำหนักให้ห่างกันมากขึ้นเช่นให้ทำงานที่มีระดับความหนัก 70 %, 100 % และ 130 % เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เห็นความแตกต่างของค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคในเลือดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย