บทที่ 4

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะต่าง ๆ กัน คือ ในภาวะปกติ ภายหลังดื่มน้ำ ภายหลังดื่มน้ำเกลือ และภายหลังดื่มน้ำตาล ในที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ปกติ โดยใช้ผู้รับการทดลองเป็นนิสิตชายอาสาสมัครชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพลศึกษา ซึ่งมีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง จำนวน 25 คน จากนั้นให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานจนอัตราชีพจรสูงถึง 170 ครั้ง ต่อนาที (PWC_{170}) เพื่อคัดเลือกผู้มีสมรรถภาพใกล้เคียงกัน ในกลุ่มจำนวน 12 คน มาเป็นผู้รับการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

ห้องทดลอง

สภาพของห้องทดลอง เป็นห้องชีวอากาศ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย ซึ่งปรับอุณหภูมิเป็น 26–28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 5% ความเร็วของลมภายในห้องทดลองเท่ากับศูนย์ ตลอดระยะเวลาในการทดลองทุกครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค เป็นจักรยานล้อเดียวตั้งอยู่กับที่ มีสายพานพันรอบล้อ สามารถขันให้ตึงหรือคลายให้หย่อนได้ มีหน่วยบอกน้ำหนักจากสายพานเป็นกิโลปอนด์ (1 กิโลปอนด์ เท่ากับแรงที่กระทำต่อมวลหนัก 1 กิโลกรัม ที่มีความเร่งปกติของแรงดึงดูดโลก) จักรยานนี้ถ้าถีบให้บันไดหมุน 1 รอบ จะมีการเคลื่อนที่ตามขอบล้อเป็นระยะทาง 6 เมตร ในการทดลองกำหนดให้ถีบ 50 รอบ ต่อนาที จึงเป็นระยะทาง 300 เมตร ต่อนาที ถ้าถ่วงน้ำหนัก 1 กิโลปอนด์ จะเป็นงาน 300 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที ถ้าเปรียบเทียบเป็นวัตต์จะได้ 6 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที เท่ากับ 1 วัตต์

2. เครื่องให้จังหวะ ซึ่งให้สัญญาณ 100 ครั้ง ต่อนาที ทำให้ล้อจักรยานหมุน 50 รอบต่อนาที เพื่อให้ความเร็วในการหมุนล้อคงที่

3. นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน

4. เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทสำหรับวัดอุณหภูมิอากาศ

5. เครื่องฟังตรวจ สำหรับนับอัตราการเต้นของหัวใจ

6. เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ แบบตุ้มแห้ง และตุ้มเปียก

7. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบโครงก์

วิธีการทดลอง

การทดลองเบื้องต้น

เพื่อหาน้ำหนักถ่วงเบื้องต้นที่เหมาะสมของแต่ละคน โดยให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงานในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (26–28 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 5 % โดยใช้วิธีถีบจักรยานจนอัตราชีพจรสูงถึง 170 ครั้งต่อนาที (PWC_{170}) แล้วนำมาคำนวณหาค่า 70 % ของ PWC_{170} ของแต่ละคนที่ทำได้ เพื่อจะได้กำหนดเป็นน้ำหนักถ่วงเริ่มต้นในการทดลองต่อไป ดังได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก หน้า 49

การทดลอง

กระทำการทดลองเวลา 14.00 – 16.30 น. ในห้องชีวอากาศ ซึ่งอุณหภูมิปกติ (26–28 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 5 % ผู้รับการทดลองทำการทดลองคนละ 4 ครั้ง แต่ละครั้งต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 2 วัน กำหนดให้มีการทดลองสี่ครั้งดังนี้ ครั้งที่ 1 ภาวะร่างกายปกติ ครั้งที่ 2 ภายหลังดื่มน้ำ ครั้งที่ 3 ภายหลังดื่มน้ำเกลือ ครั้งที่ 4 ภายหลังดื่มน้ำตาล

ผู้รับการทดลองทั้งหมดจำนวน 12 คน มีสมรรถภาพใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากคะแนนสมรรถภาพทางกายที่แต่ละคนทำได้ตามวิธี PWC_{170} ในการทดลองเบื้องต้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบ่งผู้รับการทดลองเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน เรียงตามลำดับหมายเลข และให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองตามแบบ Counter Balanced Design ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เริ่มการทดลองด้วยครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
กลุ่มที่ 2 เริ่มการทดลองด้วยครั้งที่ 2, 3, 4 และ 1 ตามลำดับ
กลุ่มที่ 3 เริ่มการทดลองด้วยครั้งที่ 3, 4, 1 และ 2 ตามลำดับ
กลุ่มที่ 4 เริ่มการทดลองด้วยครั้งที่ 4, 1, 2, และ 3 ตามลำดับ

เหตุที่จัดให้มีการทดลองลักษณะนี้เพื่อจะหลีกเลี่ยงผลของปริมาณงานที่อาจเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการฝึก

ครั้งที่ 1 เป็นการทดลองในภาวะร่างกายปกติ กล่าวคือ หลังจากชั่งน้ำหนักโดยปราศจากเสื้อผ้าแล้ว ให้ผู้รับการทดลองขึ้นไปนั่งพักบนอานจักรยานวัดงานเพื่อความคุ้นเคยเป็นเวลา 5 นาที จับชีพจรของผู้รับการทดลองระหว่างนาทีที่ 3, 4 และ 5 จนแน่ใจว่าผู้รับการทดลองมีชีพจรขณะพักปกติ ก่อนการทดลองให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานตามจังหวะของเครื่องให้จังหวะซึ่งตั้งไว้ 50 รอบ ต่อนาที โดยใช้ปริมาณงาน 70% ของค่าสมรรถภาพในการทำงานจนอัตราชีพจรสูงถึง 170 ครั้งต่อนาที (PWC_{170}) ของแต่ละคน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วหยุดเช็ดตัวให้แห้งสนิท ไปชั่งน้ำหนักโดยปราศจากเสื้อผ้าอีกครั้ง เพื่อหาปริมาณเหงื่อที่เสียไป หลังจากนั้นให้ผู้รับการทดลองพัก 30 นาที จึงเริ่มการทดลองโดยเริ่มต้นถีบจักรยานวัดงาน ใช้งานหนัก 70% ของ PWC_{170} ของแต่ละคน และเพิ่มขึ้น 25 วัตต์ ทุก ๆ 2 นาที จนกระทั่งผู้รับการทดลองมีอัตราชีพจรสูงถึง 180 ครั้งต่อนาทีหรือหมดแรงถีบต่อไปไม่ไหว ในระหว่างการออกกำลังตรวจสอบชีพจรทุกนาที โดยเริ่มนับจากวินาทีที่ 50 จับเวลาที่ต้องการสำหรับการเต้นของชีพจร 15 ครั้งเป็นวินาที แล้วเปิดตารางแปลค่าเป็นครั้งต่อนาที

ครั้งที่ 2 เป็นการทดลองในภาวะภายหลังดื่มน้ำ โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับครั้งที่ 1 แต่ในขณะพัก 30 นาที ให้ดื่มน้ำเย็น (น้ำประปา) เท่ากับจำนวนเหงื่อที่เสียไป (ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างของน้ำหนักตัวก่อนและหลังการถีบจักรยานก่อนการทดลอง) โดยให้ดื่มรวดเดียวในช่วง 5 นาทีแรกที่พัก เพื่อให้เนื้อเยื่อสามารถดูดซึมไปชดเชยส่วนที่เสียไปได้ทันก่อนการทดลอง

ครั้งที่ 3 เป็นการทดลองในภาวะภายหลังดื่มน้ำเกลือ โดยปฏิบัติเช่นเดียวกันกับครั้งที่ 1 แต่ในขณะพัก 30 นาที ให้ดื่มน้ำเย็น (น้ำประปา) เท่ากับจำนวนเหงื่อที่เสียไปซึ่งกำหนดได้เช่นเดียวกับครั้งที่ 2 โดยผสมเกลือ (ใช้เกลือป่น 40 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมละลายน้ำ) ให้ดื่มรวดเดียวในช่วง 5 นาทีแรกที่พัก เพื่อให้เนื้อเยื่อสามารถดูดซึมไปชดเชยส่วนที่เสียไปได้ทันก่อนการทดลอง

ครั้งที่ 4 เป็นการทดลองในภาวะภายหลังดื่มน้ำตาล โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับครั้งที่ 1 แต่ในขณะพัก 30 นาที ให้ดื่มน้ำเย็น (น้ำประปา) เท่ากับจำนวนเหงื่อที่เสียไป ซึ่งคำนวณได้เช่นเดียวกับครั้งที่ 2 โดยผสมน้ำตาล (ใช้น้ำตาลกลูโคสผง 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ละลายน้ำ) ให้ดื่มรวดเดียวในช่วง 5 นาทีแรกที่พัก เพื่อให้เนื้อเยื่อสามารถดูดซึมไปชดเชยส่วนที่เสียไปได้ทันก่อนการทดลอง

ข้อค้นพบ

จากสมมุติฐานที่ว่า ความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะภายหลังดื่มน้ำเกลือ มีประสิทธิภาพดีกว่าในภาวะภายหลังดื่มน้ำตาล น้ำ และภาวะปกติ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนปรากฏว่า ถ้าพิจารณาในแง่ปริมาณงานทั้งหมด ความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ ภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ถ้าพิจารณาในแง่ปริมาณงานสูงสุด ปรากฏว่าความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ ภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อนำปริมาณงานทั้งสี่ภาวะมาทดสอบรายคู่ตามวิธีของ นิวแมน คูลส์ ปรากฏว่าการทำงานของร่ายกายในภาวะปกติ กับภาวะภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่การทำงานของร่างกายในภาวะภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ตารางที่ 5 หน้า 28) แต่ถ้าพิจารณาจากค่าเฉลี่ยปริมาณงานสูงสุดที่ทำได้ในภาวะร่างกายต่าง ๆ กัน (แผนภูมิที่ 2 หน้า 30) จะเห็นว่าการทำงานของร่างกายในภาวะภายหลังดื่มน้ำเกลือ มีแนวโน้มของปริมาณงานมากกว่าภายหลังดื่มน้ำตาล น้ำ และภาวะปกติ ตามลำดับ แม้ว่าจะไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตาม

อภิปรายผลการวิจัย

ถ้าพิจารณาในแง่ของปริมาณงานทั้งหมดที่ทำได้ ปรากฏว่าความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ ภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งไม่ตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากว่า การถีบจักรยานวัดงานตามจังหวะ 100 ครั้งต่อนาที เริ่มต้นใช้งาน 70 % ของความสามารถในการทำงานจนชีพจรสูงถึง 170 ครั้งต่อนาที (PWC_{170}) เป็นเวลา 1 ชั่วโมงนั้น ความหนักของงานและระยะเวลาในการทำงานยังไม่ถึงขั้นที่ร่างกายจะขาดกลูโคสแต่อย่างใด ฉะนั้นแม้จะได้มีการชดเชยกลูโคสก็จะไม่มีผลแต่อย่างใดดังที่ ลอเรนซ์ อี มอร์เฮาส์ (Lanrence E. Morehouse) กล่าวว่า การเติมกลูโคสจะได้ผลก็ต่อเมื่อร่างกายเกิดภาวะ hypoglycemia ซึ่งเนื่องมาจากการออกกำลังหนัก ๆ และนาน ๆ เช่น วิ่งมาราธอน เป็นต้น[1] สอดคล้องกับความเห็นของ ปิเตอร์ วี คาร์โปวิช (Peter V. Karpovich) ที่ศึกษาพบว่า การกินอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรทสูง กับการกินอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรทต่ำ ให้ผลไม่แตกต่างกันในการว่ายน้ำ 100 หลา[2]

ในด้านผลของเกลือพบว่า เกลือแทบจะไม่มีประโยชน์ในการออกกำลัง หรือเล่นกีฬาในช่วงเวลาสั้น ๆ[3] ฉะนั้นในการทดลองซึ่งใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที การชดเชยเกลือจึงไม่เกิดผลเช่นเดียวกับการชดเชยน้ำ เพราะในช่วงพัก 30 นาทีก่อนการทดลอง (หลังจากถีบจักรยาน 1 ชั่วโมง ใช้งานหนัก 70 % ของ PWC_{170} ร่างกายสามารถปรับดุลย์น้ำได้ทันเช่นเดียวกับในภาวะปกติ

---

[1]Laurence E. Morehouse, and Augustus T. Miller, Physiology of Exercise, (St. Louis, Mosby Co., 1967), p. 298.

[2]Peter V. Karpovich, Physiology of Muscular Activity, (Philadelphia W.B. Saunders,Co., 1959), p. 58.

[3]Laurence E. Morehouse, and Augustus T. Miller, Physiology of Exercise, p. 299.

I16580667

ถ้าพิจารณาในแง่ปริมาณงานสูงสุดที่ทำได้ ปรากฏว่า

ความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล มีประสิทธิภาพดีกว่าการทำงานของร่างกายในภาวะปกติ กล่าวคือ ได้นำปริมาณงานสูงสุดของทั้งสี่สภาวะที่ร่างกายทำงานมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ตามวิธีของ นิวแมน คูลส์ ผลปรากฏว่า การทำงานของร่างกายในภาวะปกติกับภาวะภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของงานที่ทำได้ ปรากฏว่า การทำงานของร่างกายภายหลังดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล มีคะแนนมากกว่าการทำงานในภาวะปกติ ทั้งนี้เนื่องมาจากการถีบจักรยานวัดงานตามจังหวะ 100 ครั้ง ต่อนาที เริ่มต้นใช้งานหนัก 70% ของความสามารถในการทำงานจนชีพจรสูง 170 ครั้ง ต่อนาที (PWC_{170}) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้อุณหภูมิกายสูงขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลทำนองเดียวกับที่ เฟอรดินาน เจ เอ กรูเซอร์ (Ferdinand J.A. Kreuzer) อธิบายว่า ขณะออกกำลังกายหนัก ๆ อุณหภูมิของร่างกายอาจสูงขึ้นมากกว่า 40 องศาเซนเซียส ซึ่งจะทำให้สมรรถภาพลดลง[1] การขับเหงื่อจึงมีความจำเป็นเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่ในภาวะสมดุลย์ แต่ในขณะเดียวกันร่างกายจะสูญเสียน้ำ เนื่องจากการระเหยของเหงื่อ จึงทำให้ร่างกายสูญเสียดุลย์น้ำ ฉะนั้น การทำงานของร่างกายในภาวะปกติ จึงทำได้น้อยกว่าภายหลังดื่มน้ำ

จี ซี พิท, อา อี จอนสัน และ เอฟ ซี กอนโซลาซิโอ (G.C. Pitts R.E. Johnson and F.C. Consolazio) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการดื่มน้ำระหว่างการออกกำลังกายในที่ที่มีอุณหภูมิสูง โดยให้ผู้รับการทดลองเดินขึ้นบนทางลาดชันด้วยความเร็ว 3.5 ไมล์ต่อชั่วโมง และให้หยุดพักทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง ปรากฏว่าผู้รับการทดลองที่เดินโดยไม่ได้

---

[1]Ferdinand J.A. Kreuzer. "Physiological Adjustment to Exercise," International Research in Sports and Physical Education. (Springfield Illinoid : Pharles C. Thomas, Publisher, 1964), p. 320.

ดื่มน้ำเลย มีอุณหภูมิกายสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 39 องศาเซนเซียส และเหนื่อยเร็ว ผู้รับการทดลองที่ได้ดื่มน้ำตามต้องการ มีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อยและสามารถเดินได้อย่างสบาย แต่ถ้าให้ดื่มน้ำเท่ากับจำนวนเหงื่อที่หายไป จะสามารถเดินได้ดีขึ้น และอุณหภูมิกายก็สูงขึ้นเพียงเล็กน้อย[1]

ถ้าพิจารณาผลของเกลือต่อสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย ปรากฏว่าขณะที่ร่างกายเสียเหงื่อนั้นจะเสียเกลือด้วย ส่วนประกอบที่เป็นเกลืออาจลดลงถึง 50 % ร่างกายจะรู้สึกไม่สบาย ความสามารถในการทำงานก็ลดน้อยลง[2] แต่ถ้ามีการชดเชยเกลือร่างกายจะสามารถทำงานได้ดีขึ้น สอดคล้องกับความเห็นของ กำโชก เผือกสุวรรณ ที่ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณงานสูงสุดที่ผู้รับการทดลองทำได้ในภาวะต่าง ๆ ดังนี้ 1. ภาวะร่างกายปกติ 2. ภาวะภายหลังเสียเหงื่อ 3. ภาวะภายหลังเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำ 4. ภาวะภายหลังเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำและเกลือ พบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานในภาวะที่ 4 ดีกว่า ภาวะที่ 1-3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01[3] ทั้งนี้เนื่องจากเกลือเป็นส่วนประกอบสำคัญในเลือด ในการคงไว้ซึ่งดุลย์อีเลคโตรไลท์

ถ้าพิจารณาผลของน้ำตาลต่อสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย พบว่า อาหารที่จำเป็นสำหรับร่างกายในการออกกำลังหนัก ๆ คือ สารอาหารคาร์โบไฮเดรท (กลูโคส) ซึ่งจะเป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดปฏิกริยาทางเคมีเพื่อนำพลังงานมาใช้ เมื่อร่างกายออกกำลัง

---

[1] G.C. Pitts, R.E. Johnson, and F.C. Consolazio, "Work in the Heat as Affected by the Intake of Water, Salt and Glucose," American Journal Physiology, : 142 (July, 1944), pp. 253-258.

[2] Per-Olof Astrand and Kaare Rodahl. Textbook of Work Physiology, (1970), p. 510.

[3] กำโชก เผือกสุวรรณ, "ผลการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำ และเกลือต่อความอดทนทางกาย," (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2516), หน้า 1

นาน ๆ การเผาผลาญกลูโคสก็มากขึ้น ทำให้เชื้อเพลิง (อาหาร) ไม่เพียงพอ ดังนั้น ประสิทธิภาพการทำงานจึงลดลง แต่ถ้าได้มีการดื่มกลูโคสชดเชยส่วนที่ถูกเผาผลาญไป ประสิทธิภาพในการทำงานก็จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเชื้อเพลิง (อาหาร) เพิ่มขึ้นนั่นเอง ตรงกับการศึกษาของ เจ ดี บรุค, จี เจ เดนิส และ แอล เอฟ กรีน (J.D. Brooks G.J. Danis and L.F. Green) เกี่ยวกับการดื่มน้ำตาลกลูโคสต่อการออกกำลังของนักจักรยาน ซึ่งเขาพบว่า การให้ดื่มน้ำตาลกลูโคสสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับการกินอาหารอย่างอื่น[1] ฉะนั้น ภายหลังการออกกำลังแล้วถ้าได้มีการดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาลจะทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้มากกว่าภาวะปกติ (ไม่ดื่มอะไรเลย) เช่นเดียวกับสมมุติฐาน

เมื่อร่างกายออกกำลังอย่างหนัก (โดยการถีบจักรยานวัดงานตามจังหวะ 100 ครั้ง ต่อนาที ใช้งาน 70% ของความสามารถในการทำงานจนอัตราชีพจรสูง 170 ครั้งต่อนาที (PWC_{170}) เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้ว) ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายจะลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุเหล่านี้

1. การสูญเสียน้ำในกล้ามเนื้อ ปกติในกล้ามเนื้อมีน้ำประมาณ 75 % โดยน้ำหนัก น้ำมีความสำคัญโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ[2] โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ขบวนการเคมีในกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ฉะนั้นในการออกกำลัง ถ้ากล้ามเนื้อมีน้ำไม่เพียงพอหรือสูญเสียไปมาก ขบวนการทำงานของกล้ามเนื้อจะหยุดชะงัก เป็นผลให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง

---

[1] J.D. Brooks, G.J. Danis and L.F. Green. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 15 (September, 1975), pp. 257-265.

[2] Peter V. Karpovich. Physiology of Muscular Activity, (Philadelphia and London W.B. Saunders Co., 1966), p. 9.

2. เกลือ เป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานของกล้ามเนื้อ และประสาทที่ไปกระตุ้นกล้ามเนื้อให้หดตัว การจำกัดอาหารหรือร่างกายเสียน้ำจะทำให้ร่างกายเสียเกลือด้วย "ตามปกติร่างกายจะเสียเกลือทางเหงื่อและทางปัสสาวะประมาณ 10–15 กรัม ต่อวันอยู่แล้ว ซึ่งร่างกายสามารถได้รับการชดเชยจากอาหารอย่างเพียงพอ"[1] ถ้าจำกัดอาหารก็จะขาดการชดเชยเกลือไปด้วย ยิ่งถ้ามีการออกกำลังให้เสียเหงื่อด้วยแล้ว ปริมาณเกลือที่สูญเสียจะเพิ่มขึ้น อันเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

3. น้ำตาล ตามปกติร่างกายมีการเผาผลาญอาหารให้เกิดพลังงานตลอดเวลา ถ้าไม่ได้รับประทานอาหาร ร่างกายก็ต้องนำอาหารสำรองมาใช้โดยเฉพาะกลัยโคเจนที่สำรองไว้ในตับและกล้ามเนื้อ ถ้ามีการออกกำลัง อัตราการใช้น้ำตาลในรูปของกลูโคสก็จะยิ่งมากขึ้น จนอาจถึงขั้นกลัยโคเจนสำรองไม่พอ เพอ โอลอฟ ออสตรานด์ (Per - Olof Astrand) พบว่า การทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยปริมาณงาน 75 % ของสมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุด กลัยโคเจนในกล้ามเนื้อจะถูกนำไปใช้จนหมด[2] อันเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อเสียประสิทธิภาพไป

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญอีก คือ การไหลเวียนโลหิต ซึ่งเป็นตัวจักรสำคัญในการนำอาหารและออกซิเจนไปเลี้ยงเซลต่าง ๆ ของร่างกาย และนำของเสียและความร้อนที่เกิดจากการทำงานของเซลไประบายออก การสูญเสียน้ำของร่างกายจะทำให้การไหลเวียนโลหิตเลวลง อีกประการหนึ่ง คือ ความเปลี้ยล้า (Fatique)จะเป็นตัวยั้นทอนความแรงของการกระตุ้นจากประสาท และขอบเขตของการหดตัวของกล้ามเนื้อ[3]

---

[1]อวย เกตุสิงห์, " Physiology of Exercise II,"ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย, (อัดสำเนา, 2515), หน้า 9.

[2]Per Olof Astrand and Kaare Rodahl. Textbook of Work Physiology, (New York : Mc. Graw-Hill Book Co., 1970), p. 467.

[3]Laurence E. Morehouse and Augustus T. Miller. Physiology of Exercise, (St. Louis, Mosby Co., 1967), p. 50.

ความเปลี้ยล้าเป็นผลจากการสะสมของเสียในกล้ามเนื้อขณะออกกำลัง การฟื้นตัว (Recovery) ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพการไหลเวียนของโลหิต

จากสมมุติฐานที่ว่า การทำงานของร่างกายภายหลังดื่มน้ำเกลือ มีประสิทธิภาพดีกว่าภายหลังดื่มน้ำตาล น้ำ และภาวะปกติ ตามลำดับ จากผลการวิจัยปรากฏว่า การชดเชยด้วยน้ำเกลือ น้ำตาล และน้ำ ให้ผลต่อสมรรถภาพการทำงานของร่างกายดีกว่าไม่มีการชดเชยเลย ถ้าพิจารณาในแง่ปริมาณงานสูงสุดแต่เป็นที่น่าสังเกตว่า การชดเชยด้วยน้ำเกลือ น้ำตาล และน้ำให้ผลไม่แตกต่างกันนักกับภาวะปกติ ถ้าพิจารณาในแง่ปริมาณงานทั้งหมด

ฉะนั้น จึงสรุปได้ว่า ในการทำงานที่ต้องใช้ความอดทน ซึ่งหมายถึงการออกกำลังหนัก ๆ และนาน ๆ ควรจะได้มีการดื่มน้ำ และ/หรือน้ำเกลือ และ/หรือน้ำตาล อย่างเพียงพอจะสามารถทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพในการทำงานสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองนี้ ขอให้ข้อเสนอแนะซึ่งอาจมีประโยชน์ต่อวงการกีฬาพลศึกษาและวงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาผลการดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล ต่อความสามารถในการทำงานของร่างกายเท่านั้น จึงใคร่ขอเสนอให้มีการศึกษาถึงประเด็นอื่น ๆ เช่น "เปรียบเทียบปริมาณงานของร่างกายที่ทำได้ภายหลังให้อาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และไขมัน"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย