บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาและสาระสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมนุษย์ให้ความสนใจการกีฬามากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากความนิยมในการจัดการแข่งขันกีฬาประเภทต่าง ๆ อยู่เสมอทั้งในระดับโรงเรียน ระดับวิทยาลัย ระดับประเทศ และระหว่างประเทศ ซึ่งมีการแข่งขันตลอดทั้งปี ทั้งนี้แล้วแต่ประเภทของกีฬา เป็นที่น่าสังเกตว่าในการแข่งขันกีฬาแต่ละครั้ง ผู้ชนะเลิศสามารถทำลายสถิติกันเรื่อยมาไม่ว่าด้านระยะทาง เวลา ความแข็งแรง ความทนทาน และทักษะต่าง ๆ ก็ดีขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะได้มีการนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วย เช่น ความรู้ด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย และกีฬาเวชศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งจากความรู้เหล่านี้สามารถจัดคนกับกีฬาให้เหมาะสมซึ่งกันและกัน และทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุดในการส่งเสริมความสามารถของนักกีฬา[1]

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกีฬาประเภทอดทน นักกีฬาต้องอาศัยความแข็งแรง ความทนทานของกล้ามเนื้อและจิตใจเป็นอันมาก นอกจากนั้นยังต้องอาศัยการฝึกซ้อมอย่างถูกหลักการในการฝึกซ้อมเพื่อสร้างความอดทนนั้นจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายอย่าง เช่น เทคนิคการเล่น อาหาร สภาพแวดล้อม และเวลาในการฝึกซ้อม เป็นต้น ในการฝึกกีฬาประเภทอดทนนั้นระบบการทำงานทุกอย่างของร่างกายต้องทำงานหนักขึ้น โดยเฉพาะระบบไหลเวียนของโลหิต ดังที่ โอ แอล เวด และ เจ เอม บิชอพ (O.L Wade and J.M. Bishop) ได้ศึกษาการไหลเวียนของโลหิตในการทำงานขณะที่ร่างกายออกกำลังอย่างหนัก ปรากฏว่า เมื่อออกกำลังกายถึงขีดสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจจะทวีขึ้นมากกว่าเท่าตัวของปกติ การสูบฉีดของโลหิตเพิ่มปริมาณมากขึ้น และจะเพิ่มมากที่สุดตรงบริเวณที่กล้ามเนื้อออก -

---

[1]อวย เกตุสิงห์, "แนะนำกีฬาเวชศาสตร์" ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา. (อัดสำเนา, 2515), หน้า 1.

แรงทำงาน[1]

การทำงานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นโดยอาศัยปฏิกริยาทางเคมีที่เรียกว่า เมตา-โบลิซึม (Metabolism) อันเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ ซึ่งรวมถึงการสร้างเชื้อเพลิงสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อ ขบวนการสันดาปนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดงานขึ้น/ อาหารหลักที่สำคัญในการทำงานของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ไขมัน และคาร์โบไฮเดรท หรือกล่าวโดยเจาะจงคือเชื้อเพลิงหรือพลังงานของกล้ามเนื้อ ได้จากกรดไขมัน กลูโคส และกลัยโคเจน อาหารแต่ละอย่างนี้จะถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป แล้วแต่สภาพความหนักเบาของงาน จากการศึกษาของ เพอ โอลอฟ ออสตรานด์ (Per Olof Astrand) พบว่า ไขมันเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับการออกกำลังเบา ๆ และเป็นอาหารสำรองเมื่อร่างกายต้องทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ส่วนคาร์โบไฮเดรทเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับการออกกำลังที่หนักและนาน[2]

ระหว่างการออกกำลังกายกล้ามเนื้อจะเกิดความเครียด เนื่องจากการหดตัว และในขณะเดียวกันก็มีการเปลี่ยนแปลงปฏิกริยาภายในกล้ามเนื้อ เป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมกรดแลคติค (Lactic Acid) กรดแลคติคนี้เป็นสารที่เปลี่ยนมาจากกลูโคสเมื่อกล้ามเนื้อหดตัว เอ วี ฮิลล์ (A.V. Hill) กล่าวว่า "กรดแลคติคอาจถูกผลิตขึ้น 3 กรัม ต่อวินาที และกรดแลคติคมีขีดจำกัดประมาณ 130 กรัม ทั้งนี้หมายความว่าโดยทฤษฎีแล้ว คนเราจะวิ่งเร็วเต็มที่เป็นเวลา 43 วินาที โดยไม่ต้องใช้ใจเพื่อดึงออกซิเจนมาใช้เลย"[3] เมื่อกรด

---

[1] O.L. Wade and J.M. Bishop. Physical Activity and the Heart. (Springfield, Illinoid, Charles C. Thomas Publishur, 1967),p.69

[2] อนันต์ อัตชู, "สรีรวิทยาการออกกำลังกาย," คณะครุศาสตร์, 2519, หน้า 32. (อัดสำเนา)

[3] A.V. Hill. Physiology of Muscular Activity. (Philafelphia : W.B. Sounders Co., 1959), p. 160.

แลคติคมากขึ้นจนเป็นเหตุให้เกิดความเปลี้ยล้า (Fatique)[1] นั้น กรดแลคติคจะซึมซาบจากกล้ามเนื้อสู่เลือด ส่วนหนึ่งจะทำปฏิกิริยากับด่าง บางส่วนจะเปลี่ยนไปสู่กลัยโคเจน และส่งกลับไปยังกล้ามเนื้อตามเดิมในรูปของน้ำตาลในเลือด บางส่วนถูกขับถ่ายผ่านไต

เมื่อกล้ามเนื้อทำงานมากเกินไปกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้น ระดับกลูโคสในเลือดก็จะลดต่ำลง ทั้งนี้เพราะขบวนการแตกตัว ของกลูโคส หรือกลัยโคลีสิส (Glycolysis) ผลิตสาร เอ ที พี (A.T.P.) หรือ Adenosine Triphosphate) ไม่ทัน อย่างไรก็ตามร่างกายก็จะสร้างกลูโคสขึ้นมาใหม่จากโปรตีน และไขมันโดยใช้ขบวนการที่เรียกว่า กลูโคนีโอจีนีสีส (Gluconeogenesis) เพื่อช่วยรักษาระดับกลูโคสในเลือด[2] โดยปกติร่างกายเก็บกลูโคสไว้ในตับและในกล้ามเนื้อในรูปของกลัยโคเจน แต่เมื่อร่างกายขาดอาหารจะทำให้เก็บกลูโคสไว้ได้น้อย ระดับของกลูโคสในเลือดจะเปลี่ยนแปลง เมื่อระดับกลูโคสในเลือดลดลง หลังจากที่ร่างกายนำกลัยโคเจนมาใช้จนหมด ร่างกายก็จะเริ่มนำไขมันมาเปลี่ยนเป็นกลูโคส จนกว่ากลูโคสในร่างกายจะมีจำนวนเพียงพอ[3] นอกจากร่างกายจะสร้างกลูโคสโดยเปลี่ยนมาจากไขมันแล้ว ถ้าได้มีการชดเชยจากภายนอกร่างกายด้วยการดื่ม อวย เกตุ-สิงห์ และคนอื่น ๆ พบว่า ภายหลังดื่มกลูโคส น้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นสูงสุดภายใน 30 นาที แล้วกลับลดลงช้า ๆ จนถึงระดับปกติภายในเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง[4]

---

[1]Laurence E. Morehouse and Augustus T. Miller, Physiology of Exercise, (St. Louis, Mosby, Co., 1967), p. 183.

[2]William F. Evans, Anatomy and Physiology, (Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 1971), p. 453.

[3]ละออ หุตางกูร, คู่มือสรีรวิทยาสำหรับนักศึกษาพยาบาล, (เชียงใหม่ : โรงพิมพ์กลางเวียง, 2508), หน้า 145.

[4]สนอง อุนากูล, ผู้รวบรวม, "Glucose Tolerance Test," อวยนิมิต (พระนคร : โรงพิมพ์ศิวพร, 2511), หน้า 21.

นอกจากกรดแลคติคที่เป็นตัวการทำให้สมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง อันเนื่องมาจากกล้ามเนื้อขาดอาหารในรูปของกลูโคส และการขาดออกซิเจนที่เพียงพอแล้วยังเนื่องมาจากขณะทำงาน กล้ามเนื้อต้องสูญเสียน้ำและเกลือด้วย ซึ่งเนื่องมาจาก "ขณะออกกำลังกายหนัก ๆ เป็นเวลานาน ๆ อุณหภูมิในร่างกายอาจมากกว่า 40 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้สมรรถภาพลดลง"[1] การขับเหงื่อจึงมีความจำเป็นเพื่อปรับอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลย์ และยังเป็นการระบายของเสียด้วย โดยต่อมเหงื่อจะทำหน้าที่ขับเหงื่อเพื่อให้เหงื่อระเหยพาความร้อนออกจากร่างกาย เมื่อร่างกายเคยชินก็จะขับเหงื่อออกมากขึ้น ในขณะออกกำลังกายร่างกายจะเสียน้ำเพราะการระเหยของเหงื่อ ซึ่งเป็นวิธีระบายความร้อนได้มากกว่าวิธีอื่น หลังจากสูญเสียเหงื่อ ส่วนประกอบที่เป็นเกลือจะลดลงถึง 50 % ของเหงื่อทั้งหมด ผลอันนี้ทำให้ร่างกายรู้สึกผิดปกติ มีอาการคลื่นเหียนเป็นตะคริว ความสามารถในการทำงานจะน้อยลง[2] ทั้งนี้เนื่องมาจากเกลือเป็นส่วนประกอบสำคัญในเลือด ในการคงไว้ซึ่งดุลย์อีเลคโตรไลท์ หรือ ดุลย์ของสารประจุไฟฟ้า (Electrolyte Balance) ดุลย์อีเลคโตรไลท์นี้ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของเลือดในการดูดซึมอาหารต่าง ๆ มาเลี้ยง - กล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังทำให้เซลของเม็ดเลือดคงรูปอยู่ได้

ถ้าร่างกายขาดน้ำเนื่องมาจากดื่มน้ำไม่เพียงพอ หรือเสียน้ำมาก ๆ ด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม ขบวนการต่าง ๆ ในการทำงานตามปกติก็จะหยุดชะงัก เพราะน้ำยังมีบทบาทสำคัญเป็นพิเศษเกี่ยวกับการขนส่งอาหาร การหายใจ และการกำจัดความร้อน[3] และเมื่อร่างกายเสียน้ำก็จะพลอยเสียเกลือด้วย ด้วยเหตุนี้เองถ้าร่างกายขาดน้ำ สมรรถภาพในการออกกำลังกายจะลดต่ำลง

---

[1] Ferdinand J.A. Kreuzer. International Research in Sports Physical Education. (Springfield Illinoid : Charles C. Thomas, Publisher, 1964), p. 320

[2] Per Olof Astrand and Kaare Rodahl. Texbook of Work Physiology. (New York : McGraw-Hill Book Co., 1970), p.510.

[3] อวย เกตุสิงห์, "น้ำกับมงกุฎ" (ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2515), หน้า 3. (อัดสำเนา)

ขณะออกกำลังกายร่างกายจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตามปริมาณของงานและระยะเวลาในการทำงาน ร่างกายจะสูญเสียน้ำโดยการหลั่งเหงื่อและการหายใจออก[1] การหลั่งเหงื่อนี้ก็เพื่อเป็นการระบายความร้อนออกจากร่างกาย และปรับอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลย์ ถ้าร่างกายเสียเหงื่อมากเกินไป ร่างกายก็จะสูญเสียสมดุลย์ เพราะนอกจากจะเสียเหงื่อแล้ว ยังเสียเกลือ วิตามิน และแร่ธาตุอื่น ๆ ด้วย ทำให้ขาดสมดุลย์ในการทำงานอย่างอื่น ๆ ด้วย เช่น การดูดซึมน้ำแร่ธาตุเรื่องช้าลง อนุภาคไฟฟ้าของแร่ธาตุมีจำนวนน้อยไม่เพียงพอที่จะช่วยรับส่งกระแสความรู้สึก เป็นต้น "เกลือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ รวมทั้งกล้ามเนื้อหัวใจซึ่งต้องสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเหล่านั้นให้เพียงพอ นอกจากนั้นการซึมผ่านเข้าออกของเกลือหรือโซเดียม กับโปตัสเซียมเป็นผลให้เกิดศักดาไฟฟ้าขึ้น และทำให้มีการเคลื่อนไหวของอนุภาคไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ เอน เพลต (Motor end Plate) ให้กล้ามเนื้อได้ทำงาน[2] ฉะนั้น ถ้าร่างกายมีเกลือไม่เพียงพอก็จะเกิดผลร้ายต่อกล้ามเนื้อได้ เช่น เกิดตะคริว ความต้องการเกลือของร่างกายสำหรับคนปกติประมาณ 5-10 กรัมต่อวัน นักกีฬาออกแรงปานกลาง 10-15 กรัมต่อวัน และบุคคลที่ออกแรงมากน่าน ๆ ประมาณ 15-20 กรัมต่อวัน[3]

---

[1] J.H. Brance, Physiology of Exercise, (St. Louis : The Mosby Co., 1976), pp. 27.

[2] กำโชค เผือกสุวรรณ. "ผลการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำ และเกลือต่อความอดทนทางกาย" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย 2516), หน้า 13.

[3] อวย เกตุสิงห์. "Physiology of Exercise II." พระนคร : ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, (อัดสำเนา, 2519), หน้า 9.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทความและเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ใน 4 ลักษณะ คือ

1. ผลของการสูญเสียและการชดเชยน้ำต่อสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย

เอฟ เอน เครก และ อี จี คัมมิ่งส์ (F.N. Craig and E.G. Cummings) ได้ศึกษาผลของการสูญเสียน้ำต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยทดลองกับผู้รับการทดลอง 9 คน ในห้องที่มีอุณหภูมิสูง 46 องศาเซนเซียส คนละ 2 ครั้ง ครั้งแรกผู้รับการทดลองเดินบนลู่กลจนหมดแรง บันทึกเวลาที่เดินได้และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด แล้วให้ผู้รับการทดลองอยู่ในห้องนั้นเพื่อให้เสียเหงื่อเป็นเวลา 5-6 ชั่วโมง แล้วจึงให้เดินบนลู่กลอีกครั้ง บันทึกเวลาในการเดินและสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดเช่นเดียวกับ ก่อนการเสียเหงื่อ ในการทดลองครั้งที่สองทำเช่นเดียวกับครั้งแรก แต่ให้ผู้รับการทดลองดื่มน้ำชดเชยได้ในระหว่างเสียเหงื่อ พบว่า การชดเชยน้ำที่เสียไปให้แก่ร่างกายจะทำให้สมรรถภาพการทำงานและการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายดีขึ้น[1] เช่นเดียวกับที่ ซี เอส บลิท และ เจ เจ เบิร์ท (C.S. Blyth and J.J. Burt) พบว่า การออกกำลังกายในภาวะธรรมดา และให้ร่างกายเสียเหงื่อมากแล้วดื่มน้ำประมาณ 2 ลิตร ก่อนออกกำลังสามารถทำงานได้ประสิทธิภาพมากกว่าให้ร่างกายเสียเหงื่อปานกลางแล้วออกกำลัง โดยไม่ได้ดื่มน้ำเลย แสดงว่า น้ำมีบทบาทสำคัญมาในการทำงานของร่างกาย[2]

---

[1] F.N. Craig and E.G. Cummings, "Dehydrations and Muscular Work," Journal of Applied Physiology, 21(March, 1966), pp.67-72.

[2] C.S. Blyth and J.J. Burt, "Effect of Water Balance on Ability to Perform in High Ambient Temperature," The Research Quarterley, 32(October, 1961), pp. 301-305.

ถ้าร่างกายขาดน้ำหรือสูญเสียน้ำมากเกินไป เช่น ในกรณีการลดน้ำหนักตัวเพื่อแข่งขันกีฬาบางประเภทซึ่งใช้น้ำหนักเป็นพิกัดรุ่น เช่น มวย ยูโด จะทำให้การทำงานของร่างกายลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พอล เอม ริบิสล์ และ วิลเลี่ยม จี เฮอร์เบิร์ท (Paul M. Ribisl and William G. Herbert)[1] และ วัลภา วัฒนะพงษ์[2] โดยเฉพาะถ้าลดน้ำหนักมากกว่า 4 % ของน้ำหนักตัว (หมายถึง ร่างกายต้องสูญเสียน้ำมากกว่า 4 % ของน้ำหนักตัว) จะเป็นอันตรายเพราะร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. ปริมาตรของเหลวในโลหิต คือ พลาสมา ลดลง
2. อุณหภูมิของร่างกายไม่ว่าส่วนลึกหรือส่วนที่ผิวหนัง เพิ่มขึ้น
3. จำนวนความร้อนในร่างกาย ที่สะสมไว้เพิ่มขึ้น
4. การรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายไม่เป็นผล เพราะไม่มีเหงื่อใช้ในการระเหย ทำให้ปริมาณโลหิตที่ไหลเวียน ลดลง
5. ความดันโลหิตในเส้นโลหิตดำ ลดลง

การเปลี่ยนแปลงทั้งประการนี้ เป็นตัวบั่นทอนสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย[3] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เจ อาร์ เคด และคนอื่น ๆ (J.R. Cade et al.) เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของของเหลวในร่างกาย ระหว่างการออกกำลังกาย

---

[1] Paul M. Ribisl and William G. Herbert, "Effect of Rapid Weight Reduction and Subsequent Rehydration Upon the physical Working Capacity of Wrestlers," The Research Quarterley,, 41 (October, 1970), pp. 236 - 240.

[2] วัลภา วัฒนะพงษ์. "ผลการลดน้ำหนักตัวนักกีฬา ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทน" (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517), หน้า 1.

[3] จรวยพร ธรณินทร์. "น้ำและเกลือแร่" กองส่งเสริมพลศึกษาและสุขภาพ กรมพลศึกษา (อัดสำเนา , 2520), หน้า 5.

อย่างหนักของนักกีฬา ในที่อุณหภูมิสูง พบว่าหลังออกกำลังกายอย่างหนัก 2 ชั่วโมง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกาย คือ ปริมาณพลาสมา และโซเดียม ลดลง ในขณะที่เซรุ่มเพิ่มขึ้นเมื่อร่างกายสูญเสียเหงื่อแล้ว[1] แสดงว่าเมื่อร่างกายสูญเสียน้ำ ทำให้สมรรถภาพการทำงานลดต่ำลง แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าได้มีการชดเชยน้ำหรือดื่มน้ำก็จะช่วยให้สมรรถภาพการทำงานดีขึ้น ข้อสนับสนุนเรื่องนี้ คือ การศึกษาของ ฮาโรลส์ บี ฟอลส์ และ แอล เดนนิส ฮัมฟรีย์ (Harold B. Falls and L.Danis Humphrey) เกี่ยวกับการใช้น้ำเย็นต่อการตอบสนองต่อความร้อนของร่างกายขณะออกกำลัง ผลปรากฏว่า ร่างกายที่มีอุณหภูมิต่ำเนื่องจากใช้น้ำเย็นจะสามารถช่วยระบายความร้อนของร่างกายได้ดี และมีผลต่อเลือดด้วย ทำให้การเพิ่มความร้อนของร่างกายช้าลง อันเป็นผลทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้นานขึ้นด้วย[2]

2. ผลของการสูญเสียและการชดเชยเกลือต่อสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย

เอช แอล เทเลอร์ และคนอื่น ๆ (H.L. Taylor. et al.) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 8 คน โดยให้ทำงานในที่อากาศร้อน อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซนเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 85 % โดยให้คนงาน 5 ใน 8 คน ดื่มน้ำและน้ำเกลือ 1 ชั่วโมง ก่อนลงมือทำงาน ส่วนอีก 3 คน ปล่อยตามสบาย คือ ไม่ให้ดื่มน้ำหรือน้ำเกลือ แล้วให้ทุกคนทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์

---

[1] J.R. Cade et. al.) "Changes in Body Fluid Composition and Volume during Vigorous Exercise by Athletes," The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 11 (September, 1971), pp. 172-178.

[2] Harold B. Falls and L. Danis Humphrey," Cold Water Application Effects on Response to Heat Stress during Exercise," The Research Quarterley, 42 (March, 1971), pp. 21-41.

ปรากฏว่า กลุ่มผู้ดื่มน้ำและน้ำเกลือมีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่า และมีความอ่อนเพลียน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[1] แสดงว่า การดื่มน้ำและเกลือจะช่วยให้สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายเพิ่มขึ้น ฉะนั้น หลังการออกกำลังกายหรือทำงานในที่อากาศร้อนมาก ควรดื่มน้ำผสมเกลือให้เพียงพอ เพื่อทดแทนน้ำและเกลือที่ร่างกายสูญเสียไปในระหว่างการทำงานหรือออกกำลัง[2]

เอม. เอส มาลโฮทรา, บี. เค ชารมา และอาร์ ชิวารามาน (M.S. Malhotra B.K. Sharma and R. Sivaraman) ได้เสนอผลการศึกษาสอดคล้องกัน คือ เขาได้ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการเกลือของคนในเขตร้อนในระหว่างฤดูร้อน พบว่า ร่างกายเสียเกลือแต่ละวันไม่เท่ากัน และสรุปว่า ถ้าจะให้ผู้รับการทดลองเดินเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในที่อากาศร้อนด้วยความเร็ว 3.5 ไมล์ต่อชั่วโมง ควรให้กินเกลือประมาณ 6.2 กรัมต่อวัน จึงจะสามารถทดแทนเกลือที่เสียไป และทำให้ร่างกายมีความอดทนมากยิ่งขึ้น[3] แต่ถ้าได้มีการชดเชยทั้งเกลือและน้ำ จะยิ่งทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพในการทำงานดียิ่งขึ้น ดังเช่น การศึกษาของ กำโชค เฉือกสุวรรณ เกี่ยวกับผลการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำและเกลือต่อความอดทนทางกาย พบว่า การออกกำลังในภาวะภายหลังร่างกายเสียเหงื่อแล้วชดเชยด้วยน้ำและเกลือ มีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าการออกกำลังในภาวะเสียเหงื่อ

---

[1] H.L. Taylor et.al. "The Effects of the Sodium Chloride Intake in the Work Performance of Men during Exposure to High Temperature," American Journal Physiology, 140 (June, 1943), pp.439-445.

[2] รัชนี ชวัญบุญจัน. "การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนโลหิต และการหายใจในขณะออกกำลัง และการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน", (วิทยานิพนธ์ปริญญา แผนกวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2514), หน้า 24.

[3] M.S. Malhotra, B.K. Sharma and R. Sivaraman, "Requirements of Sodium Chloride during Summer in the Tropics," Journal of Applied Physiology. 14 (September 1959), pp. 823-828.

แล้วชดเชยด้วยน้ำอย่างเดียว หรือไม่ได้ชดเชยอะไรเลย[1] ในเรื่องนี้ ปีเตอร์ วี คาร์โปวิช (Peter V. Karpovich) ได้ชี้ให้เห็นว่าในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 กองทัพบกสหรัฐ เห็นความสำคัญของเกลือที่จะสร้างความอดทนทางกายให้กับทหาร จึงให้ทหารกินเกลือเม็ดทุกวันในระหว่างการฝึกซ้อมและการเดินทัพ[2]

3. ผลการชดเชยน้ำตาลต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย

อี อีโลเนน, พี เจ นูโวเนน และ เอช วาบัวทาโล (E. Elonen, P.J. Neuvonen, and H. Vapautalo) ได้ศึกษาผลการดื่มน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรัคโคส (Fructose) และไบคาร์บอเนต ต่อการออกกำลังกาย ผู้อาสาสมัครเข้ารับการทดลองเป็นนักวิ่งระยะกลางหรือระยะไกล จำนวน 6 คน ใช้เวลาในการวิ่ง 45 นาที โดยวัดระดับน้ำตาล ระดับอินซูลิน สารแลคเตท กรดไขมัน และสารอีเลคโตรไลท์ อื่น ๆ รวมทั้งความเป็นกรด-ด่างในเลือด ในช่วง 15 นาที ก่อนออกกำลัง และ 20 นาที หลังออกกำลังแล้ว ผลปรากฏว่าขณะออกกำลังกายน้ำตาลในเลือดจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่อินซูลิน มีแนวโน้มลดลง กลูโคสที่กินเข้าไปจะช่วยเพิ่มจำนวนระดับกลูโคสในร่างกายอย่างช้า ๆ แต่ก็อยู่ในระดับสูง ในระหว่างระยะฟื้นตัว ระดับอินซูลินของไขมันจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แลคเตทในเลือดเพิ่มขึ้นไม่มากนัก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของกรดเป็นไปอย่างมีนัยสำคัญ

---

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

[2] Peter V. Karpvich. Physiology of Muscular Activity, (Philalphia W.B. Saunders Co., 1959), p. 212.

ส่วนอีเลคโตรไลท์และไบคาร์บอเนต จะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย[1]

จึงกล่าวได้ว่า การรับประทานอาหารต่าง ๆ ประเภทคาร์โบไฮเดรท จะมีผลดีอย่างมากต่อการออกกำลังกาย นาน ๆ ซึ่งข้อสรุปนี้ตรงกับความเห็นของ เจ ดี บรุคส์ จี เจ เดนิส และ แอล เอฟ กรีน (J.D. Brooks, G.J. Danis, and L.F. Green)[2] และ เจ อาร์ เคด และคนอื่น ๆ (J.R. Cade et.al.)[3] ซึ่งศึกษาพบว่า การดื่มน้ำตาลกลูโคสจะทำให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการกินอาหารประเภทอื่น ๆ

ในการออกกำลังกายจนกระทั่งเปลี้ยล้า ไม่สามารถออกกำลังได้อีกต่อไป จะทำให้ระดับกรดไขมัน เอน อี เอฟ เอ (NEFA = non-esterified fatty acids) เพิ่มขึ้น ระดับอินซูลินในเลือดก็สูงขึ้นด้วย เพื่อช่วยคุณภาพในการไหลเวียนของโลหิต[4]

---

[1] E. Elonen, P.J. Neuvonen, and H. Vapautalo, "Effects of Oral Glucose, Fructose and or Bicarbonate on Exercise Induced Alterations in some Biochemical Parameter," The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 16 (December, 1976), pp. 277-284.

[2] J.D. Brooks, G.J. Danis, and L.F. Green, "The Effect of Normal and Glucose Syrup Work Diets on the Performance of Racing Cyclists," The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 15 (September, 1975), pp. 257 - 265.

[3] J.R. Cade et.al. "Effects of Fluid, Electrolyte, and Glucose Replacement During Exercise on Performance, Body Temperature, Rate of Sweat Loss, and Compositional Change of Extra Cellular Fluid," The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 12 (September, 1972), pp. 150 - 156.

[4] E. Rottini et.all. "Physical Activity and Blood insulin, Sugar and NEFA Values in Normal Untrained Subjects," The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 11 (March, 1971), pp. 1-5.

4. ผลการชดเชยอาหารอื่น ๆ ต่อสมรรถภาพการทำงานของร่างกาย

ในการออกกำลังกายประเภทอดทนนั้น การรับประทานอาหารก็มีบทบาทสำคัญในการเพิ่ม ลด หรือคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานหรือออกกำลัง กล่าวคือ ไม่ควรกินอาหารหนัก ๆ ก่อนออกกำลังกาย 2-3 ชั่วโมง เพราะจะทำให้สมรรถภาพการทำงานลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จอห์น เอน เซจ (John N. Sage) เกี่ยวกับผลของความแตกต่างในการกินอาหารเช้า ต่อการออกกำลังกายประเภทอดทน พบว่า การกินอาหารหนักทำให้สมรรถภาพการทำงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[1] แต่ จีน เอม แอสปรี, หลุย อี แอลเลย์ และ ดับบลิว ดับบลิว ทัตเติล (Gene M. Asprey, Louis E. Alley and W.W. Tuttle) พบว่า ช่วงเวลาของการกินอาหารเล็กน้อย กับการออกกำลังกาย ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการออกกำลังลดลง โดยทดลองให้ผู้รับการทดสอบกินอาหารเล็กน้อยก่อนออกกำลังครึ่งชั่วโมง 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง ผลการออกกำลังปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[2]

นอกจากนี้อาหารที่รับประทานเข้าไป จะมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของร่างกายแล้ว สารอาหารที่รับประทานเข้าไปก็มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน กล่าวคือ สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรทจะมีประโยชน์ต่อการออกกำลังกายหนัก ๆ และนาน ๆ ในขณะที่สารอาหารไขมันจะมีประโยชน์ต่อการออกกำลังกายเบา ๆ และสารอาหารโปรตีนจะช่วยซ่อมแซมส่วนสึกหรอ แต่จากการศึกษาของ โรส บี เจ แมกแนบ อี พอล ไรนิเก และเฮนรี่ เจ มอนทอย (Rose B.J. Macnab, E.Paul Reineke and Henry J. Montoye)ได้ศึกษา

---

[1] John, N. Sage, "Effects of Differing Breakfast Conditions and Habits Patterns on Performance in an Endurance Activity," The Research Quarterley, 40 (December, 1969), pp. 799-817.

[2] Gene M. Asprey, Louis E. Alley and W.W. Tuttle, "Effect of Eating at Various Times on Subsequent Performance in the 2 Mile Run," The Research Quarterley, 36 (October, 1965), pp. 233-235.

กับหนู พบว่า การกินสารอาหารไขมัน และสารอาหารคาร์โบไฮเดรท ไม่ทำให้กิจกรรมอิสระของหนูแตกต่างกัน แต่แตกต่างกันในด้านจำนวนของอาหาร นั่นคือ กินไขมันน้อยกว่า แต่จะให้พลังงานเท่า ๆ กับคาร์โบไฮเดรท ซึ่งต้องกินมากกว่า[1]

จากการศึกษาบทความและเอกสาร การวิจัยต่าง ๆ พบว่า น้ำ เกลือ และน้ำตาล เป็นองค์ประกอบสำคัญในการทำงานของร่างกาย กล่าวคือ น้ำซึ่งปกติจะมีอยู่ประมาณ 75 % ของส่วนประกอบที่เป็นเนื้อเยื่อในกล้ามเนื้อ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ขบวนการทางเคมีในกล้ามเนื้อเป็นไปโดยสมบูรณ์/เกลือเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท ที่ไปกระตุ้นกล้ามเนื้อให้หดตัว ส่วนน้ำตาลเป็นแหล่งต้นตอที่จะก่อให้เกิดพลังงานแก่ร่างกาย ถ้ามีการออกกำลังกายหนัก ๆ การเผาผลาญอาหาร (น้ำตาล) ก็มากขึ้น จนกระทั่งร่างกายต้องนำน้ำตาลสำรองในตับมาใช้ในกรณีที่ร่างกายต้องทำงานหนัก ๆ และนาน ๆ จะทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำ เกลือ และน้ำตาล ซึ่งเป็นไปตามขบวนการทางเคมีภายในร่างกาย อันจะเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลง จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้นว่าเมื่อร่างกายทำงานจนสูญเสียน้ำ เกลือ และน้ำตาลในจำนวนที่ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงแล้ว ถ้าให้มีการดื่มน้ำ เกลือ และน้ำตาลเป็นการชดเชยอย่างเพียงพอ จะทำให้การทำงานของร่างกายมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือไม่ จึงน่าจะได้มีการวิจัยในเรื่อง "ผลการดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล ต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย"

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งหมายศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณงานที่ร่างกายสามารถทำได้ใน 4 ภาวะ คือ ภาวะร่างกายปกติ ภายหลังชดเชยด้วยน้ำ ภายหลังชดเชยด้วยน้ำเกลือ และภายหลังชดเชยด้วยน้ำตาล

---

[1]Ross. B.J. Macnab, B. Paul Reineke, and Henry J. Montoye, "The Effect of High Fat and High Carbohydrate Diets on Spontaneous Activity in Albino Mice," The Research Quarterly, :36 (December, 1965), pp. 448-452.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมมุติฐานในการวิจัย

ในขณะที่ร่างกายออกกำลังอย่างหนักและนาน เช่น การเล่นกีฬาประเภทอดทน จะทำให้ร่างกายเสียเหงื่อมาก ซึ่งจะมีเกลือออกมาด้วย ขณะเดียวกันภายในกล้ามเนื้อก็จะขาดอาหารโดยเฉพาะกลูโคส เพราะมีการใช้กลูโคสในการออกกำลัง และความเข้มข้นของเลือดจะสูงเพราะขาดน้ำ จึงทำให้การไหลเวียนของเลือดเป็นไปได้ช้า การเสียเกลือ น้ำตาล และน้ำ จึงทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพในการทำงานลดลง ฉะนั้น ถ้าได้มีการดื่มน้ำเกลือ น้ำตาล และน้ำ เป็นการชดเชยก็จะทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพในการทำงานดีขึ้น แต่ผลอาจแตกต่างกันตามสมมุติฐานดังนี้คือ ความสามารถในการทำงานของร่างกายในภาวะภายหลังชดเชยด้วยน้ำเกลือ มีประสิทธิภาพดีกว่าภาวะภายหลังชดเชยด้วยน้ำตาล น้ำ และภาวะปกติตามลำดับ

ข้อตกลงเบื้องต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark bicycle) ซึ่งได้รับการตรวจสอบแล้วว่าสามารถวัดงานอย่างเชื่อถือได้

2. เครื่องให้จังหวะ (Metronome) เพื่อใช้เป็นสัญญาณในการให้จังหวะใช้ประกอบการถีบจักรยานอย่างสม่ำเสมอ

3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบโครกษ์ (Krogh) มีความแม่นถึง 0.01 กิโลกรัม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนิสิตชายอาสาสมัครชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพลศึกษา จำนวน 25 คน ทุกคนมีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง จากนั้นทดสอบสมรรถภาพในการทำงานของผู้รับการทดลองทุกคน โดยการถีบจักรยานวัดงานจนอัตราชีพจร

สูงถึง 170 ครั้ง ต่อนาที (PWC_{170}) เพื่อคัดผู้มีสมรรถภาพใกล้เคียงกันภายในกลุ่ม จำนวน 12 คน เป็นผู้รับการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

2. ในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งพิจารณาเฉพาะปริมาณงานทางกายภาพเท่านั้น โดยกำหนดค่าของปริมาณงานที่ทำได้เป็นวัตต์ (Watt)

3. ในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาเปรียบเทียบปริมาณงานที่ทำได้ทั้งหมดและสูงสุด หลังจากให้ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงานตามจังหวะ 100 ครั้ง ต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้งานหนัก 70% ของ PWC_{170} ของแต่ละคนที่ทำได้ในการทดลองเบื้องต้น และพัก 30 นาทีแล้ว เริ่มทำการทดสอบในภาวะต่าง ๆ กัน คือ ก. ภาวะร่างกายปกติ ข. ภาวะภายหลังดื่มน้ำ ค. ภาวะภายหลังดื่มน้ำเกลือ ง. ภาวะภายหลังดื่มน้ำตาล

วิธีวัดปริมาณงานโดยบันทึกงานที่ทำได้ ขณะที่ผู้รับการทดลองถีบจักรยานวัดงานเริ่มต้นด้วยงาน 70% ของ PWC_{170} ของแต่ละคน และเพิ่มงาน 25 วัตต์ ทุก 2 นาที จนผู้รับการทดลองมีชีพจรถึง 180 ครั้ง ต่อนาที หรือถีบต่อไปไม่ไหว

<u>ความจำกัดของการวิจัย</u>

การวิจัยครั้งนี้หากไม่สมบูรณ์อาจเนื่องมาจาก

1. อาหาร และการพักผ่อนของผู้รับการทดลองเป็นไปตามสภาพปกติของแต่ละคน

2. เวลาในวันหนึ่ง ๆ ที่ทำการทดลอง อาจมีผลต่อการทดลองได้ เนื่องด้วยการรักวัดไกวตามธรรมชาติ (Natural Daily Rhythm) ถึงแม้ว่าในการทดลองจะได้ระมัดระวังให้คนหนึ่ง ๆ ทำการทดลองในเวลาเดียวกันทุกครั้ง

001787

คำจำกัดความ

นิสิต หมายถึง นิสิตชายอาสาสมัครชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา ปีการศึกษา 2520

จักรยาน หมายถึง จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark bicycle) ลักษณะเป็นจักรยานล้อเดียวตั้งอยู่กับที่ มีสายพานพันรอบล้อ ซึ่งขันให้ตึงหรือคลายให้หย่อนได้ ระหว่างถีบถ้าสายพานตึง กล้ามเนื้อจะออกแรงมากขึ้น มีตัวเลขบอกน้ำหนักถ่วงจากสายพานเป็นกิโลปอนด์

สมรรถภาพในการทำงานของร่างกาย หมายถึง ความสามารถในการถีบจักรยานได้นานจนชีพจรถึง 180 ครั้ง ต่อนาที หรือจนเหนื่อยหมดแรง

PWC_{170} (Physical Warking Capacity) หมายถึง สมรรถภาพในการถีบจักรยานวัดงาน จนอัตราชีพจรสูงถึง 170 ครั้ง ต่อนาที

ปริมาณงานต่อนาที หมายถึง ความหนักของงานในการถีบจักรยาน มีหน่วยเป็นวัตต์

กิโลปอนด์เมตรต่อนาที (kpm/min) หมายถึง หน่วยของปริมาณงานที่ทำได้จากการถีบจักรยาน โดยคำนวนความหนักของงานคิดเป็นกิโลปอนด์ คูณด้วยระยะทางต่อนาทีที่ความเร่งปกติของแรงดึงดูดโลก แล้วเทียบเป็นวัตต์

1 วัตต์ เท่ากับ 6 กิโลปอนด์เมตร ต่อนาที

เกลือ (Salt) หมายถึง เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในการทดลองใช้เกลือป่น 40 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ผสมน้ำเท่ากับจำนวนเหงื่อที่เสียไป

น้ำตาล (Sugar) หมายถึง น้ำตาลกลูโคส (Glucose) ซึ่งเป็นกลูโคสผงหนัก 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ผสมน้ำเท่ากับจำนวนเหงื่อที่เสียไป

กายสภาพ หมายถึง สภาพร่างกายและของผู้รับการทดสอง คือ น้ำหนัก ส่วนสูง และรวมถึง คะแนนสมรรถภาพทางกายที่ทำได้ โดยวิธี PWC_{170}

คะแนนสมรรถภาพทางกาย หมายถึง คะแนนความสามารถในการทำงานของร่างกายตามวิธี PWC_{170} มีหน่วยเป็นวัตต์/ กิโลกรัม น้ำหนักตัว

70 % ของ PWC_{170} หมายถึง ความสามารถในการถีบจักรยานใช้งานหนัก 70 % ของ PWC_{170} ซึ่งคำนวณมาจากงานทั้งหมดที่ทำได้จากวิธี PWC_{170} ดังได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. หน้า 48

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบข้อเท็จจริงว่า การชดเชยด้วยการดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายให้ทนทานขึ้น

2. เพื่อเป็นแนวทางให้ครูพลศึกษา ผู้ฝึกนักกีฬา นักกีฬา และผู้สนใจนำไปใช้ในการฝึกกีฬาประเภทอดทน

3. การวิจัยนี้จะเป็นพื้นฐานของการวิจัยที่เกี่ยวกับการออกกำลังกาย การทำงานเกษตรกรรม หรืออุตสาหกรรมเพื่อให้ทำงานได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย