บทที่ ๑

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในแง่ของวิทยาศาสตร์ การออกกำลังกายหรือการแข่งขันกีฬาเป็นการออกกำลังกล้ามเนื้อประเภทหนึ่งที่แตกต่างจากการออกกำลังอย่างธรรมดา เช่น การเดิน การออกกำลังเป็นการใช้กำลังอย่างหนักหน่วงรวดเร็ว หรือหนักหน่วงและยาวนาน นอกจากนั้นถ้าเป็นการแข่งขัน ยังมีปัจจัยทางจิตใจเกี่ยวกับความพยายามที่จะเอาชนะอีกด้วย[๑] การออกกำลังกายมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งที่มีชีวิต เพราะการออกกำลังกายเป็นกระบวนการธรรมชาติอย่างหนึ่ง ที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตให้มีความเป็นอยู่อย่างปกติสุข การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะทำให้เซลเนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบทำงานต่าง ๆ ของร่างกายเกิดการพัฒนาและทำงานอย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น[๒] ผลดีที่เกิดขึ้นนี้จะมีลักษณะ"ค่อนข้างถาวร"เท่านั้น มิใช่"ถาวรตลอดกาล" กล่าวคือ ตราบเท่าที่การออกกำลังกระทำอยู่อย่างสม่ำเสมอ ผลเหล่านั้นก็ยังคงอยู่ แต่เมื่อใดการออกกำลังขาดตอนไป สภาพเสื่อมก็เกิดขึ้น ยิ่งขาดการออกกำลังไปนาน ความเสื่อมก็ยิ่งมีมากขึ้น และในที่สุดทุก ๆ อย่างก็กลับสู่สภาพก่อนที่จะเริ่มทำการออกกำลัง

ตามหลักการพลศึกษาซึ่งมีรากฐานทางด้านสรีรวิทยาข้อหนึ่งกล่าวว่า การออกกำลังจะทำให้ร่างกายโดยส่วนรวมเกิดการพัฒนา เพราะการออกกำลังเป็นตัวกระตุ้นตามธรรมชาติสำหรับร่างกาย

---

[๑] ดูเรื่อง นิยมพรและคณะ,บทบรรณาธิการ,"อาหารสำหรับนักกีฬา,"สารกีรีรายุ ๑๘(๘): ๔๓๔,๒๕๐๔.

[๒] Charles A. Bucher,Foundations of Physical Education (Saint Louis:The C.V. Mosby Company,1960),p.482.

ทุกส่วน มิใช่แต่เพียงของกล้ามเนื้อเท่านั้น การกระตุ้นที่กล่าวถึงนี้เกิดขึ้นโดยการผ่านสารและการเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏในการทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น คาร์บอน ไดออกไซด์,ไอออน ฮัยโดรเจ็น, ความร้อน ฯลฯ และยังมีการกระตุ้นทางออมที่ผ่านระบบประสาทเสรี(Autonomic) เช่น การหลั่งแอดรีนะลิน,เอซีทีเอช,ฮอร์โมน คอร์ติคอยด์ และอื่น ๆ [๓]

การออกกำลังหรือการทำงานของร่างกายต้องใช้พลังงาน ร่างกายได้รับพลังงานจากอาหารที่กินเข้าไป ได้แก่อาหารประเภทคาร์โบฮัยเดรต โปรตีนและไขมัน อาหารที่ถูกนำเข้าสู่ร่างกายอณู(Molecules)ของอาหารจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีร่วมกับกระบวนการทางเคมีอื่น ๆ ของอวัยวะภายในร่างกาย เรียกขบวนการสรีรวิทยาแบบนี้ว่า ขบวนการเมตะบอลิสม์(Metabolism) อันเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นภายในเซลหรือในโปรโตปลาสม์(Protoplasm)หรือในร่างกายของสิ่งที่มีชีวิต ขบวนการนี้สามารถเปลี่ยนสภาพของอินทรีย์สารภายในร่างกายที่ได้มาจากการกินอาหารเข้าไป โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา(Catalysts)อันเป็นสารประกอบชนิดพิเศษของโปรตีน และมีอยู่เฉพาะภายในเซลและร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตเท่านั้น เป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้เรียกว่า เอ็นไซม์ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีหน้าที่เฉพาะอย่างของมันและมีอยู่มากมายหลายชนิดในร่างกาย โดยอาศัยเอ็นไซม์เหล่านี้เอง อาหารต่าง ๆ ภายในร่างกายที่อยู่ในสภาพของโปรตีน คาร์โบฮัยเดรตและไขมันจะถูกสลายตัวได้เป็นพลังงานเกิดขึ้น

ในสิ่งที่มีชีวิตชั้นสูง การที่อยู่ของสารพวกนี้จะสลายตัวได้เป็นพลังงานออกมา ต้องอาศัยออกซิเจ็นโดยการหายใจเข้าไป เข้ามาทำงานร่วมกับเอ็นไซม์ต่าง ๆ ด้วย ผลที่สุดจะมีพลังงานเกิดขึ้นในร่างกาย พลังงานเหล่านี้ ร่างกายนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์หลายประการ เช่น ทำให้กล้ามเนื้อทำงาน ทำให้เซลประสาททำงานสามารถรับความรู้สึกต่าง ๆ ได้ ไปทำให้ไตและตอมหลั่งทำงาน สะกัดของเสียที่เป็นของเหลวออกมาสู่ภายนอกร่างกาย พลังงานที่เหลือใช้จะถูกเก็บไว้ในอณูของสารประกอบพิเศษที่เรียกว่า อะดีโนซีน ทรัยฟอสเฟต หรือ เอ ที พี (Adenosine triphosphate-ATP)สารประกอบ เอ ที พี นี้มีหมู่ฟอสเฟตติดอยู่ที่อณูของมันถึง ๓ หน่วย และมีอยู่ ๒ หน่วย

---

[๓] อวย เกตุสิงห์,บทบรรณาธิการ,"กีฬายาวิเศษ," สารกีรีรัฐ ๒๐:๖๗,๒๕๐๗;และบทความพิเศษวิชา,"การออกกำลังกับการหายใจและโรคปอด," สารกีรีรัฐ ๒๔:๘๓๐-๘๓๓,๒๕๑๕.

ซึ่งเมื่อหลุดออกมาจากอณูแล้ว จะให้พลังงานออกมาเป็นจำนวนมาก แขนของฟอสเฟตที่ติดกับอณูของ เอ ที พี นี้ เรามักเรียกว่า ไฮท์ เอนเนอร์ยี่ บอนด์(High energy bond)[๔]ในยามที่ร่างกายต้องการใช้พลังงานอย่างปัจจุบันทันด่วน เอ ที พี จะสลายให้ฟอสเฟตออกมาจากอณูของมัน ได้เป็น อะดีโนซีน ไดฟอสเฟต หรือ เอ ดี พี (Adenosine diphosphate-ADP) และพลังงาน ต่อเมื่อมีการหายใจ ได้พลังงานกลับคืนมา เอ ดี พี จึงจะเปลี่ยนเป็น เอ ที พี เก็บสำรองเอาไว้ต่อไป

ความต้องการพลังงานของร่างกาย (Energy requirement)[๕] สามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ภาวะ คือ ภาวะเบซัล (Basal) หมายถึงความต้องการพลังงานในขณะที่ร่างกายอยู่ในภาวะต่อไปนี้คือ ตื่นนอนใหม่ ๆ ในตอนเช้ากอนอาบน้ำและรับประทานอาหาร หลังจากที่ร่างกายได้รับการพักผ่อนอย่างเต็มที่ทั้งร่างกายและจิตใจ มีระยะเวลาอย่างน้อยที่สุดประมาณ ๑๒ ชั่วโมง หลังจากรับประทานอาหารมื้อสุดท้าย โดยปกติแล้วผู้ชายต้องการพลังงานในภาวะนี้ ๑ แคลอรี (กิโล-แคลอรี) ต่อน้ำหนักตัว ๑ กก. ต่อชั่วโมง ผู้หญิงต้องการประมาณ ๘๐ % ของพลังงานที่ผู้ชายต้องการ สำหรับเด็กต้องการพลังงานมากกว่านี้ เพราะเด็กอยู่ในระยะที่กำลังมีการเจริญเติบโต ร่างกายต้องการพลังงานเพื่อการเสริมสร้างและซ่อมแซมตลอดเวลา ภาวะที่สองคือ ภาวะที่ร่างกายต้องประกอบกิจกรรม (Activity) ร่างกายต้องการพลังงานเพื่อการทำงาน ประกอบภาระกิจประจำวัน หรือเพื่อการออกกำลัง ความต้องการพลังงานเพื่อการนี้จะแตกต่างและผันแปรไปตามชนิดของกิจกรรม จำนวนหรือปริมาณงาน อัตราเร็วในการทำงานและอื่น ๆ ภาวะที่สามคือ ภาวะ เอส ดี เอ (Specific Dynamic Action) สำหรับภาวะนี้ หลังจากที่กินอาหารเข้าไปได้ ๒ - ๓ ชั่วโมง แล้วก็ยังพบว่า มีการใช้พลังงานมาก แม้ว่าจะนอนเฉย ๆ ก็ตาม เพราะร่างกายยังอยู่ในระหว่างการย่อยและการดูดซึม ระหว่างการย่อยอาหารจำเป็นต้องใช้เมตะบอลิสม์เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อกิน

---

๔ Arthur C. Guyton,"Metabolism and Temperature Regulation," Textbook of Medical Physiology(3rd Ed.)(Philadelphia and London: W.B.Saunders Company,1970),p.932.

๕อวย เกตุสิงห์ Physiology of Exercise II ภูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย,๒๕๑๕.(อัดสำเนา)

อาหารโปรตีน เมตะบอลิสม์จะเพิ่มขึ้นประมาณ ๒๕ % อาหารประเภทไขมันและคาร์โบฮัยเดรต เมตะบอลิสม์จะเพิ่มขึ้นประมาณ ๑๐ %

ความหนัก (Intensity) ของเมตะบอลิสม์ สามารถจะทราบได้โดยการวัดปริมาณออกซิย์เจ็นที่ถูกใช้ไป หรือวัดปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา[๖] การวัดปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความละเอียด(Elaborate equipment) วิธีการใช้ยุ่งยาก เป็นวิธีวัดโดยตรง (Direct method) ไม่ค่อยนิยมใช้กัน เรียกวิธีวัดแบบนี้ว่า ไบโอ-แคลอรีมิเตอร์ (Bio-calorimeter) นักสรีรวิทยาที่คิดวิธีวัดแบบนี้ขึ้นมาได้แก่ แอตวอเตอร์,โรซาและเบเนดิค (Atwater,Rosa and Benedict) นอกจากนี้เราสามารถคำนวณความหนักของเมตะบอลิสม์ได้จากการวัดการใช้ออกซิย์เจ็นของร่างกาย แสดงให้เห็นเป็นหน่วยแคลอรี(หรือกิโลแคลอรี) เป็นวิธีวัดทางอ้อม (Indirect method) มีวิธีของฮอลเดน โดยใช้วิธีเก็บอากาศหายใจออก (Douglas bag method) หรือวิธีของคนิปปิงและของเบเนดิค (Knipping and benedict) ถ้าวัดปริมาณออกซิย์เจ็นที่ถูกใช้หมดไปและปริมาณคาร์บอน ไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นได้ จะสามารถทำนายหรือประมาณอัตราส่วนของอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ถูกเผาผลาญได้ เพราะอัตราส่วนระหว่างคาร์บอน ไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นกับออกซิย์เจ็นที่ถูกใช้หมดไปในเวลาเดียวกัน (Respiratory Quotient) จะแตกต่างไปตามประเภทของอาหาร R.Q. ที่ได้จากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบฮัยเดรตเท่ากับ ๑.๐ สำหรับไขมันเท่ากับ ๐.๗ และสำหรับโปรตีนเท่ากับ ๐.๘ วิธีวัดอัตราการใช้ออกซิย์เจ็นสามารถวัดได้โดยใช้เทคนิคการวัด ๒ แบบคือ แบบหมุนเวียนเปิด (Open circuit) โดยการหายใจเอาอากาศจากภายนอกเข้าสู่ร่างกาย แล้วเก็บอากาศหายใจออกมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบของอากาศที่เหลือจากการใช้ (O_2) และที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น (CO_2) เทคนิคการวัดอีกแบบหนึ่งคือแบบหมุนเวียนปิด (Closed circuit) วิธีนี้ผู้ถูกทดลองหายใจเอาอากาศที่บรรจุไว้ในสไปโร-มิเตอร์ (Spirometer) เป็นอากาศในบรรยากาศหรือออกซิเจ็นบริสุทธิ์ คาร์บอน ไดออกไซด์ของอากาศหายใจออกจะถูกโซดาไลม์ดูดไว้ ระดับของสไปโรมิเตอร์จะลดลงเนื่องจากออกซิย์เจ็นถูกใช้หมดไป ทำให้ทราบอัตราการใช้ออกซิย์เจ็นของร่างกายได้

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า การที่อนุของอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบฮัยเดรตและไขมันจะสลาย

---

๖ Laurence E.Morehouse,and Augustus T.Miller,Physiology of Exercise(5th Ed.) (Saint Louis:The C.V.Mosby Company,1967),p.173.

ตัวได้เป็นพลังงานออกมา จะต้องอาศัยออกซิเจน ดังนั้น ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ จึงมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาก[๗] การวัดการใช้ออกซิเจนของร่างกายเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงพลังงานที่ใช้สำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ อีกหลายวิธี[๘] เช่น การวัดปริมาณงานที่ทำได้ การวัดปริมาณความร้อนของร่างกาย การวัดปริมาณสุทธิของจำนวนแคลอรี่ที่กินเข้าไป และวิธีอื่น ๆ ความหนักของงานประเภทต่าง ๆ สามารถแสดงให้เห็นได้โดยการวัดความต้องการออกซิเจนของร่างกาย (Oxygen requirement) ซึ่งหมายถึงปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายต้องใช้เพื่อการประกอบกิจกรรมและเพื่อการฟื้นตัว (Recovery)[๙] ถ้าการออกกำลังหนักปานกลาง ความต้องการออกซิเจนของร่างกายจะเป็นเพียงการหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปตามปกติ การฟื้นตัวจะกระทำควบคู่ไปกับการออกกำลัง แต่ถ้าออกกำลังอย่างหนักจะเกิดหนี้ออกซิเจนขึ้น (Oxygen debt) ในกรณีเช่นนี้ความต้องการออกซิเจนในการออกกำลังจะต้องรวมปริมาณออกซิเจนที่จะใช้ในระหว่างออกกำลังและใช้หนี้ออกซิเจนในระยะฟื้นตัวด้วย องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้การใช้ออกซิเจนของร่างกายแตกต่างกันไป ได้แก่ ความหนักของงาน จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงาน ระยะเวลาในการออกกำลัง ความเร็ว การใช้กล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ สภาพของร่างกายจากการฝึก และองค์ประกอบทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิและความชื้น[๑๐]

ขณะออกกำลัง กล้ามเนื้อเกิดความเครียดจากการหดตัว ความเครียดจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ๒ องค์ประกอบคือ จำนวนกล้ามเนื้อที่หดตัว และความถี่ของการหดตัว ถ้าใช้กล้ามเนื้อหลายมัดทำงานและมีความถี่ของการหดตัวมาก ความต้องการออกซิเจนของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น ถ้ากล้ามเนื้อต้องหดตัวเป็นระยะเวลานาน ๆ ความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับระยะเวลาที่ทำงาน เมื่อกล้ามเนื้อเริ่มเมื่อยล้า ความเครียดจะลดลง ถ้าจะต้องทำงานเช่นนั้นต่อไปอีก ก็จะต้อง

---

๗ Peter V.Karpovich, Physiology of Muscular Activity (Philadelphia and London: W.B.Saunders Company, 1963), p.65.

๘ Morehouse, and Miller, Ibid, p.176.

๙ Ibid, p.177.

๑๐ loc.cit.

ใช้เส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนมาก ความต้องการออกซิเจ็นจะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับการเพิ่มจำนวนกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงาน อัตราเร็วของการทำงานมีส่วนทำให้ความต้องการออกซิเจ็นของร่างกายมากหรือน้อยได้ กล่าวคือ ในขณะออกกำลังด้วยความเร็วสูงหรือต่ำเกินไป ประสิทธิภาพในการทำงานจะลดลง แต่ความต้องการออกซิเจ็นจะเพิ่มขึ้น

อากาศแวดล้อมมีผลต่อความต้องการออกซิเจ็นของร่างกาย การทำงานในอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ร่างกายจะดูดความร้อนจากอากาศรอบ ๆ ตัว อุณหภูมิของร่างกายจะสูงขึ้น ทำให้ร่างกายต้องเพิ่มขบวนการเมตะบอลิสม์มากขึ้น การหายใจจะเร็วขึ้นและจะเพิ่มขึ้นประมาณ ๕ - ๖ ครั้ง ต่อนาที เมื่ออุณหภูมิทวารหนักเพิ่มขึ้น ๑.๘° ฟ.[๑๑] การที่อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นไม่เพียงแต่จะทำให้การหายใจถี่ขึ้นเท่านั้น แต่จะทำให้หายใจลึกด้วย เพื่อจะเพิ่มการระบายอากาศในถุงลมปอดให้มากที่สุด เป็นเหตุให้ความดันของคาร์บอน ไดออกไซด์ในถุงลมปอดลดลง บางทีอาจจะต่ำถึง ๒๕ หรือ ๒๓ มม.ปรอท[๑๒] (ปกติเท่ากับ ๔๐ มม.ปรอท) ผลของการนี้จะทำให้เลือดเกิดปฏิกิริยาเป็นด่างขึ้น การแผ่รังสีและการนำความร้อนจากอากาศแวดล้อมจะทำให้ความร้อนในร่างกายสูงขึ้นพอ ๆ กับที่ร่างกายเพิ่มความร้อนจากการออกกำลัง ระบบหมุนเวียนโลหิตจะทำงานหนักขึ้น หัวใจสูบฉีดโลหิตไปที่บริเวณผิวหนังมากขึ้นเพื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย โดยอาศัยระบบวาโซมอเตอร์ (Vasomotor) และต่อมเหงื่อ[๑๓] ทำให้บริมาตรของโลหิตบริเวณช่องทองลดลง ต่อมเหงื่อจะทำหน้าที่ขับเหงื่อเพื่อให้เหงื่อระเหยพาความร้อนออกจากร่างกาย เมื่อการทำงานในอากาศแวดล้อมดังกล่าวนานขึ้น ร่างกายจะเกิดความเคยชินและจะขับเหงื่อออกมามากขึ้น[๑๔] ร่างกายจะเสียน้ำเพราะการระเหยของเหงื่อมากกว่าที่ร่างกายจะสามารถดูดซึมได้จากลำไส้ ไม่ว่าจะดื่มน้ำได้เร็วหรือมากเพียงใดก็ตาม ส่วนประกอบของเหงื่อที่เป็นเกลือจะลดลงถึง ๕๐ เปอร์เซนต์ ร่างกายจะรู้สึกไม่สบาย

---

๑๑ Karpovich, Ibid, p.248.

๑๒ Ibid, p.249.

๑๓ Ibid, p.247.

๑๔ Per-Olof Astrand, and Kaare Rodahl, "Temperature Regulation," Textbook of Work Physiology (New York: McGraw-Hill Book Company, 1970).

มีอาการคลื่นเหียนเป็นตะคริว เมื่อมีการอาเจียน ความสามารถในการทำงานจะหมดลง[๑๕]

นอกจากนี้ อากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงจะมีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกาย การที่อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มจากปกติถึง ๑.๕ ° ฟ. จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง อย่างไรก็ตาม อัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิทวารหนักในขณะพักและขณะออกกำลังในอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ไม่สามารถจะชี้ให้เห็นถึงสมรรถภาพของร่างกายในการทำงานในอากาศร้อนได้ เพราะถึงแม้ว่าคนที่ออกกำลังจะมีสมรรถภาพดี สามารถทำงานได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิสูงมากกว่าคนที่สมรรถภาพทางกายไม่ดีก็ตาม สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายจะถูกจำกัด อัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิของร่างกายจะสูงกว่าระดับปกติมาก แต่มีผลการทดลองหลายครั้ง แสดงให้เห็นว่าอัตราชีพจรเป็นตัวที่จะชี้ให้เห็นถึงการใช้พลังงานของร่างกายได้ [๑๖]

ถ้าการออกกำลังกระทำในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ระบบไหลเวียนโลหิตของร่างกายจะต้องทำงานมากขึ้น การทำงานในอากาศแวดล้อมเช่นนี้ ร่างกายขับเหงื่อออกลำบากขึ้น เพราะเปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง สมรรถภาพในการทำงานของร่างกายลดลง เทย์เลอร์ (Taylor)[๑๗] ได้แสดงให้เห็นว่า ความชื้นมีผลต่อร่างกายมากกว่าความร้อน โดยให้ผู้ถูกทดลองออกกำลัง ๖๐ นาทีในอากาศแวดล้อมต่าง ๆ ปรากฏว่าผู้ถูกทดลองสามารถทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูงถึง ๑๔๕ ° ฟ. เมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ ๑๐ เปอร์เซนต์ แต่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นถึง ๙๐ เปอร์เซนต์ เขาสามารถอยู่ในอุณหภูมิที่สูงเพียง ๑๐๔ ° ฟ. เท่านั้น คนที่เคยชินกับอากาศแวดล้อมแบบร้อนชื้น สมรรถภาพในการทำงานจะลดลงได้เนื่องจากหลาย ๆ สาเหตุด้วยกันคือ ดื่มน้ำไม่พอเพียง สมรรถภาพของร่างกายไม่ดีพอ ร่างกายขาดการพักผ่อน ใส่เสื้อผ้าหรืออุปกรณ์ที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังหรือการทำงาน ก่อนออกกำลังดื่มเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ หรือออกกำลังเป็นระยะเวลานานเกินควร การออกกำลังในอากาศแวดล้อมดังกล่าว ถ้าได้ดื่มน้ำที่มีเกลือผสมอยู่ด้วยจะทำให้การออกกำลังมี

---

๑๕ Bean,and Eichna,"Performance in Relation to Environmental Temperature," Fed.Proc.,2:144,1943.

๑๖ Datta and Ramanathan,"Energy Expenditure in Work Predicted from Heart Rate and Pulmonary Ventilation," Journal of Applied Physiology,26:297-302,1969.

๑๗ C.L.Taylor,"Heat Tolerance for Short Exposure," Fed.Proc., 4:70,1945.

ประสิทธิภาพดีขึ้น [๑๘]

การออกกำลังในอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง อัตราชีพจรและอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเร็วไปตามอุณหภูมิและความชื้นที่สูงขึ้น [๑๙] เมื่อเปรียบเทียบอัตราชีพจรในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งกับอากาศร้อนชื้น ปรากฏว่าอัตราชีพจรระหว่างการออกกำลังกายในอากาศแวดล้อมทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ [๒๐] การวิจัยครั้งนี้จึงต้องการศึกษาความต้องการออกซิเจนของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่างกัน โดยเปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและอากาศร้อนชื้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบการใช้ออกซิเจนของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้ง (๔๐ °ซ.,๕๕ % R.H.) และอากาศร้อนชื้น (๔๐ °ซ.,๘๕ % R.H.)โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

๑. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายก่อนออกกำลังและขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

๒. เพื่อเปรียบเทียบปริมาตรอากาศหายใจออก ก่อนออกกำลังและขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

๓. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเต้นของชีพจรในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

---

๑๘ Karpovich,Ibid,p.252.

๑๙ รัชนี ขวัญบุญจัน,"การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของโลหิตและการหายใจในขณะออกกำลังและการกลับคืนสู่สภาพปกติภายหลังการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,๒๕๑๓).

๒๐ Ouay Ketusinh,and others,"Changes in pulse rate,blood pressure and body weight as result of exercise in hot-dry and hot-humid environment,"(Bangkok:Sport Science Center,1970).

๔. เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิทวารหนักในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

๕. เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักตัวก่อนและหลังการทดลองในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

๖. เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างออกซิเจ็นที่ถูกใช้หมดไปกับคาร์บอน ไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในเวลาเดียวกัน ก่อนออกกำลังและขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

๗. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุดของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

ขอบเขตของการวิจัย

๑. การวิจัยครั้งนี้จะเปรียบเทียบอากาศแวดล้อม ๒ แบบ ที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจ็นของร่างกายในขณะออกกำลัง คือ อากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ ๔๐ °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๕๕ เปอร์เซนต์ (ร้อนแห้ง) และอุณหภูมิ ๔๐ °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ ๘๕ เปอร์เซนต์ (ร้อนชื้น)

๒. ผู้ถูกทดลอง เป็นนิสิตชายที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ จากแผนกวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน ๖ คน และจากวิทยาลัยวิชาการศึกษาพลศึกษา จำนวน ๓ คน

๓. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นของศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย (รายละเอียดจะได้กล่าวในบทที่ ๓)

๔. การทดลอง ผู้ถูกทดลองจะต้องเข้ารับการทดลองคนละ ๒ ครั้ง ในอากาศร้อนแห้ง ๑ ครั้ง และในอากาศร้อนชื้นอีก ๑ ครั้ง โดยให้ได้ปริมาณงานเท่ากันทั้งสองครั้ง เว้นระยะทำการทดลองแต่ละครั้งอย่างน้อย ๑ วัน ทดลองวันละ ๑ คน ระหว่างเวลา ๙.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.

ข้อตกลงเบื้องต้น

๑. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการวิจัยครั้งนี้

๒. วิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีความเชื่อถือได้

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

๑. ผลของการวิจัยจะทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้ออกซิเจ็นของร่างกายในขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

๒. การวิจัยนี้จะเป็นแนวทางขั้นพื้นฐานของการวิจัยเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาของการออกกำลังกายต่อไป

๓. การวิจัยนี้จะทำให้วงวิชาของการพลศึกษา เวชศาสตร์การกีฬา วิทยาศาสตร์การกีฬากว้างขวางยิ่งขึ้น

๔. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในการฝึกซ้อมกีฬา เช่น จัดสภาพของสถานฝึกซ้อมให้มีอากาศแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถอำนวยให้นักกีฬาฝึกซ้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความจำกัดของการวิจัย

๑. สภาพของผู้ถูกทดลองอยู่ในสภาพการหายใจที่ผิดปกติ คือ หายใจทางปาก ถูกบีบจมูก ขาดเสรีภาพ ทำให้การทดลองไม่เป็นไปตามธรรมชาติ

๒. ตัวอย่างประชากรมีขนาดเล็ก

๓. ในการทดลองแต่ละครั้ง ใช้เวลาครั้งละ ๙ นาที ผลที่ได้รับจากการทดลองในระยะเวลาอันสั้นนี้ อาจจะไม่แสดงให้เห็นความแตกต่างมากนัก

คำจำกัดความของคำที่ใช้ในการวิจัย

การใช้ออกซิเจ็นของร่างกาย หมายถึงการที่ร่างกายใช้ออกซิเจ็นหมดไปในขณะออกกำลัง

ปริมาตรอากาศหายใจออก หมายถึงปริมาณอากาศที่หายใจออกก่อนออกกำลัง**และ**ขณะออกกำลังในอากาศร้อนแห้งและร้อนชื้น

สมรรถภาพการจับออกซิเจ็นสูงสุด หมายถึงความสามารถของร่างกายที่จะจับออกซิเจ็นไปใช้ในขณะออกกำลัง

อุณหภูมิทวารหนัก หมายถึงอุณหภูมิของร่างกายที่วัดได้จากทวารหนัก