

# สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย

## ความหมาย (Exercise Physiology)

สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (Exercise – Physiology) เป็นแขนงวิชาที่เกี่ยวกับการตอบสนอง (response) การปรับตัว (adaptation) ของร่างกายต่อการออกกำลังกายทุกรูปแบบซึ่งเป็นสิ่งเร้าต่อร่างกาย นอกจากนั้น แขนงวิชานี้ยังมีความหมายรวมไปถึงการนำหลักการในวิชานี้ไปประยุกต์ใช้ในการฝึกร่างกายอีกด้วย ในปัจจุบันนี้ สรีรวิทยาของการออกกำลังกายจัดเป็นวิชาหนึ่งในสาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา (Sports Medicine)

## ความเป็นมา

สรีรวิทยา (Physiology) เป็นวิชาหนึ่งในสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science) โดยพื้นฐานแล้ว สรีรวิทยาเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานของสิ่งมีชีวิตว่า แต่ละส่วนแต่ละระบบที่ประกอบกันขึ้นเป็นชีวิตนั้น ทำหน้าที่ของแต่ละระบบอย่างไร และประสานงานกับระบบอื่น ๆ อย่างไร ในการที่จะรักษาคุณสมบัติต่าง ๆ ไว้เพื่อให้สิ่งมีชีวิตนั้น สามารถดำเนินชีวิตไปได้ตามปกติ ในเมื่อสรีรวิทยาเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานของสิ่งมีชีวิต จึงอาจแบ่งสรีรวิทยาอย่างกว้าง ๆ ออกเป็นสรีรวิทยาของพืช และสรีรวิทยาของสัตว์ การศึกษาในสาขาวิชานี้ได้เจริญรุดหน้ามาโดยลำดับทั้งในด้านขอบเขตและความลึกซึ่งประกอบกับการศึกษาได้แปรสภาพมาเป็นสหวิทยาการมากขึ้น จึงทำให้สรีรวิทยาของพืชและสัตว์ได้แตกแขนงย่อยออกเป็นวิชาเฉพาะเป็นจำนวนมาก เช่น วิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (Exercise Physiology) วิชาเคมีสรีรวิทยา (Physiological Chemistry) วิชาสรีรพยาธิวิทยา (Pathophysiology) และวิชาจิตวิทยา สรีรวิทยา (Physiology Psychology) เป็นต้น

ไม่มียุคใด สมัยใดที่สังคมมนุษย์ตระหนักถึงความสำคัญของการออกกำลังกายมากเช่นในยุคปัจจุบัน กิจกรรมการออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งสำหรับการดำรงชีวิตเช่นเดียวกันกับกิจกรรมสำคัญอื่น ๆ ของ

ร่างกายเช่น การรับประทานอาหาร การนอนพักผ่อน เป็นต้น นอกจากนั้นกิจกรรมการออกกำลังกาย ยังเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของมนุษย์ ถ้าหากว่าร่างกายขาดกิจกรรมนี้ก็ไม่สามารถเจริญเติบโต และอวัยวะต่าง ๆ จะทำงานได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นชีวิตที่มีคุณภาพของมนุษย์ส่วนหนึ่งจึงขึ้นอยู่กับกิจกรรมการออกกำลังกาย นอกจากความจำเป็นต่อชีวิตในแง่ดังกล่าวแล้ว กิจกรรมประเภทนี้ยังสามารถพัฒนา เสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายมนุษย์ให้อยู่ในระดับสูงสุดได้อีกด้วย

ในสมัยหนึ่ง มนุษย์เราเชื่อกันว่า การวิ่งระยะทาง ๑ ไมล์ (๑๖๐๐ เมตร) ด้วยเวลาดำกว่า ๔ นาทีนั้น เป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ แต่ปัจจุบันนี้หาเป็นเช่นนั้นไม่ มนุษย์สามารถทำลายสถิติทางกายต่าง ๆ ได้มาก เมื่อปีเตอร์ สเนล (Peter Snell) นักวิ่งระยะไกลของนิวซีแลนด์ สามารถวิ่งระยะทาง ๑ ไมล์ด้วยเวลาเพียง ๓ นาที ๕๔.๔ วินาทีนั้น เป็นความสำเร็จที่มีได้เพียงแต่แสดงให้คนทั้งโลกได้เห็น ว่า ร่างกายของมนุษย์เรามีความเร็ว (Speed) และความอดทน (Endurance) เท่านั้น แต่เป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า ร่างกายมนุษย์นั้นมีความสามารถที่จะปรับตัวได้ดีเป็นเยี่ยมอีกด้วย ร่างกายมีการปรับตัวเพื่อสนองต่อสิ่งเร้า การตอบสนองอาจออกมาในหลายรูปแบบ หลายระดับ สุดแต่ชนิดและความเข้มข้นของการฝึกออกกำลังกาย เป็นที่ทราบกันมานานพอสมควรแล้วว่า ขณะพักก่อนร่างกายใช้ออกซิเจนประมาณ ๓.๕ มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว ๑ กิโลกรัมใน ๑ นาที แต่ขณะออกกำลังกายหนัก (Maximum Exercise) ความต้องการออกซิเจนอาจมากกว่าเดิมถึง ๒๐ เท่า และเนื่องด้วยเหตุผลที่ว่าร่างกายไม่มีสถานที่เก็บออกซิเจนไว้เป็นจำนวนมากได้ (ถึงแม้จะมีอยู่บ้างในไมโอโกลบิน (Myoglobin) ก็อาจถูกใช้หมดในเวลาเพียงประมาณ ๒๐ วินาทีเท่านั้น) นั้นหมายความว่าในขณะที่ออกกำลังกายหนัก ร่างกายต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เพื่อที่จะรับเอาออกซิเจนเข้าไปแจกจ่ายเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อ

เนื้อ อย่างเพียงพอและทันเวลาด้วย ความสงสัยว่าร่างกายมีกลไกหรือวิธีการเช่นไรจึงทำเช่นนั้น ได้ทวีมากขึ้น จุดนี้เองทำให้นักสรีรวิทยาทั้งหลายหันมาสนใจและทำการค้นคว้าเกี่ยวกับสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย ตลอดจนอิทธิพลของการออกกำลังกายชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อร่างกายกันมาก อย่างไรก็ดี การศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างจริงจังได้เริ่มขึ้นราว ๆ คริสต์ศตวรรษที่ ๑๘ โดย ลาวัชเชอร์ (Lavoisier) และ ลาปลาซ (Laplace) ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ และพบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อต้องใช้ออกซิเจนและทำให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลลัพท์ ต่อมาก็มักศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจนทำให้ได้ข้อมูล ซึ่งพอสรุปได้ว่าการออกกำลังกายไม่ได้เกี่ยวข้องเฉพาะกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่จะต้องอาศัยความร่วมมือจากระบบอื่น ๆ ในร่างกาย เช่น ระบบหายใจ ระบบไหลเวียนของโลหิตระบบประสาท ซึ่งต้องประสานงานกันอย่างใกล้ชิดอีกด้วย ในระหว่างคริสต์ศตวรรษที่ ๑๘ นักสรีรวิทยาชั้นแนวหน้าทั้งหลายมักจะทำการศึกษเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและการออกกำลังกายกันมากขึ้น พอถึงคริสต์ศตวรรษที่ ๒๐ นักสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย ๓ คน คือ เอ.วี.ฮิลล์ (A. V. Hill) จากอังกฤษ ออคุสต์ ครอฟ (August Krogh) แห่งเดนมาร์ก และออตโต ไมเออร์ฮอฟ (Otto Meyerhoff) จากเยอรมนีต่างก็ได้รับรางวัลโนเบล เนื่องจากได้ทำการค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวกับกล้ามเนื้อและการออกกำลังกายเป็นส่วนใหญ่ ราว ๆ ปีเศษก่อนสงครามโลกครั้งที่ ๒ ได้มีการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสำหรับศึกษาเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและการออกกำลังกายขึ้นที่มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard) จนกลายเป็นศูนย์กลางการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในสมัยนั้น

ต่อจากนั้นมนุษย์เราได้ใช้เวลาศึกษาเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและการออกกำลังกายมาโดยตลอดจนกระทั่งปัจจุบัน ทำให้ได้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์มากมาย และลึกซึ้งถึงระดับเซลล์เลยทีเดียว ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในขณะที่ออกกำลังกายนั้นระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ต้องพร้อมใจกันในอันที่จะให้บริการแก่กล้ามเนื้อ คือ ส่งในสิ่งที่กล้ามเนื้อต้องการ เช่น ออกซิเจน สารอาหารต่าง ๆ และช่วยรับสิ่งที่กล้ามเนื้อต้องการขจัดออก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ และผลผลิตของขบวนการเมตา-

โบลิซึม (Metabolism) ในกล้ามเนื้อ ข้อมูลต่าง ๆ ทำให้เชื่อได้พอสมควรในขณะนี้ว่ารูปแบบของการตอบสนอง การปรับตัวของร่างกายเป็นเช่นไร และเราสามารถนำความรู้ที่ได้นั้นมาประยุกต์ใช้ในการฝึก-ร่างกายได้อย่างไร นักฟิสิกส์ในปัจจุบันไม่สามารถที่จะปฏิเสธข้อมูลนั้น ๆ ได้ และได้นำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนการฝึกที่หนักมากขึ้น แผนงวิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกายจึงได้ถูกบรรจุเข้าไว้ในหลักสูตรวิชาเอกพลศึกษา ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาทั่วโลก ทั้งในการศึกษาระดับปริญญาตรี โท และเอก การศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาในหลาย ๆ สถาบันการศึกษาในต่างประเทศมีโปรแกรมการศึกษาที่เน้น (Specialization) ทางแขนงวิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกายโดยเฉพาะจนนับได้ว่าเป็นวิชาเอกในตัวของมันเอง

**ขอบข่ายของสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย** โดยทั่วไปแล้วสรีรวิทยาของการออกกำลังกายประกอบด้วยเนื้อหาหลักที่เป็นพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

๑. เมตาโบลิซึมของพลังงานขณะออกกำลังกาย (การสังเคราะห์, การใช้, การสังเคราะห์คืน, การวัดพลังงาน ฯลฯ)
๒. การทำงานของกล้ามเนื้อ (การควบคุมโดยระบบประสาท ชนิดของเส้นใย, ทฤษฎีการทำงาน (หดตัว), การฝึกกล้ามเนื้อ ความเมื่อย ล้า ระบบ ฯลฯ)
๓. การตอบสนองและการปรับตัวของระบบการไหลเวียนของโลหิต
๔. การตอบสนองและการปรับตัวของระบบหายใจ รวมถึงบทบาทของออกซิเจนในการออกกำลังกาย
๕. การปรับตัวของระบบโครงสร้างของร่างกาย
๖. ไขมันและสัดส่วนของร่างกาย
๗. การออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ
๘. เครื่องเสริมพลังทางกีฬา
๙. การออกกำลังกายสำหรับบุคคลกลุ่มพิเศษ (เด็ก, สตรี, ผู้สูงอายุ ฯลฯ)
๑๐. การตอบสนองและการปรับตัวของระบบอื่น ๆ ในร่างกาย
๑๑. สุขภาพและสมรรถภาพทางกายสำหรับชีวิตประจำวัน

## ๑๒. การตรวจสอบความสมบูรณ์เชิงสรีรวิทยาของร่างกาย

ในประเทศที่ได้เจริญรุดหน้าไปแล้วทั้งในอเมริกา ยุโรป ออสเตรเลีย หรือเอเชียก็ดี การศึกษาแขนงนี้ได้รับการส่งเสริมเป็นอย่างดียิ่ง รัฐบาลหรือสถาบันได้ทุ่มเทงบประมาณเป็นจำนวนมาก เพื่อแสวงหาผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ เพื่อให้เป็นผู้นำทางวิชาการในแขนงนี้ พร้อม ๆ กับการสนับสนุนในเรื่องงบประมาณ เพื่อสร้างห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายที่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัย ซึ่งสามารถใช้เป็นศูนย์กลางการศึกษาวิจัยทางสาขานี้ได้เป็นอย่างดี นักวิทยาศาสตร์ในแขนงวิชานี้ ซึ่งอาจมาจากผู้ที่ศึกษามาทางแขนงวิชานี้โดยตรง หรือผู้สนใจจากอาชีพอื่น ๆ ได้จัดการประชุมสัมมนาในระดับชาติ หรือระดับนานาชาติ

เป็นประจำ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรายงานการค้นคว้าวิจัยใหม่ ๆ ให้ทราบทั่วกัน ทั้งนี้เพื่อนำอดีตและปัจจุบันซึ่งมีรากฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มั่นคงเป็นเครื่องนำทางไปสู่อนาคตที่สมบูรณ์ขึ้นของแขนงวิชานี้

ปัจจุบันนี้มีคนเป็นจำนวนมากนับล้าน ๆ คนทั่วโลกทุกเพศ ทุกวัย มีความสุขและพึงพอใจอยู่กับการเล่นกีฬา หรือออกกำลังกายเป็นประจำ ดังนั้นประโยชน์อย่างหนึ่งของการศึกษาวิจัยในแขนงวิชาสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการทำงานของมนุษย์ คือทำให้เราได้รับข้อมูลและตระหนักเกี่ยวกับธรรมชาติและขีดความสามารถของอวัยวะและระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อที่เราจะสามารถปฏิบัติต่อร่างกายให้ถูกต้องหรือเหมาะสมอันจะเป็นผลให้ร่างกายมีสุขภาพและสมรรถภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ประทุม ม่วงมี

## บรรณานุกรม

- จรรยาพร ธรณินทร์. กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๒๕.  
 ชูศักดิ์ เวชแพศย์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : อักษรสมัย, ๒๕๒๐  
 ประทุม ม่วงมี. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา. กรุงเทพฯ : บุรพาสาส์น, ๒๕๒๗.  
 อนันต์ อัคร. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๐.  
 Astrand, P.O. and K. Rodahl. *Textbook of Work Physiology*. New York : McGraw – Hill, 1970  
 Brooks, G.A. and T.D. Fahey. *Exercise Physiology : Human Bioenergetics and its Application*. Somerset, New Jersey : John Wiley & Sons, 1984.  
 Fox, E.L. and D.K. Mathews. *The Physiological Basic of Physical Education and Athletics*. 3rd. ed. Philadelphia : Saunders, 1981.  
 Karpovich, P.V. and W.E. Sinning. *Physiology of Muscular Activity*. 7th ed. Philadelphia : Saunders, 1971.  
 Lamb, D.R. *Physiology of Exercise : Responses and Adaptations*. New York : Macmillan, 1978.  
 Marchouse, L.E. and A.T. Miller. *Physiology of Exercise*. 7th ed. St. Louis : C.V. Mosby, 1976.  
 Wilmore, J.H. *Athletic Training and Physical Fitness*. Boston : Allyn and Bacon, 1976.