

โภชนาการเพื่อการฝึกและการแข่งขันกีฬา

(Nutrition in Sport for Training and Competition)

สุกัญญา เจริญวัฒนะ
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

นักกีฬาและคนทั่วไปมีการรับประทานอาหารแต่ละชนิดไม่แตกต่างกัน เพียงแต่นักกีฬาต้องได้รับพลังงานจากสารอาหารในปริมาณและสัดส่วนของสารอาหารแตกต่างกัน เพื่อผลของการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาและการปรับตัวทางสรีรวิทยา ในการฝึกและการออกกำลังกาย เป็นการกระตุ้นร่างกายจากปัจจัยภายนอกร่างกาย ที่ส่งผลให้ร่างกายมีการตอบสนองและการปรับตัวให้มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย โดยการตอบสนองจากการฝึกกีฬาจะส่งผลให้มีการทำงานเพิ่มขึ้นทุกระบบ เช่น หัวใจและหายใจ กล้ามเนื้อ ข้อต่อและกระดูก ระบบประสาท การเผาผลาญพลังงานและสารอาหาร และการผลิตเหงื่อ

ลักษณะการฝึกเฉพาะของกีฬาและระบบพลังงานที่มีแบบแผนจะส่งผลต่อกระบวนการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น เช่น การฝึกแบบแอโรบิก แอนแอโรบิกและแบบผสม พลังงานจากอาหารจึงเป็นแหล่งสำคัญในการรักษาสภาพร่างกายให้สมดุลต่อการตอบสนองของร่างกายในทุกช่วงเวลาของการฝึกและการแข่งขัน ควรพิจารณาเรื่องอาหารและพลังงาน ปริมาณพลังงานจากสารอาหารหลักและสารอาหารรอง สัดส่วนของสารอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน อาหารมื้อหลักและอาหารว่าง การทดแทนด้วยน้ำและเครื่องดื่มทางกีฬา การฟื้นฟูสภาพหลังการฝึกและแข่งขัน เพื่อให้ให้นักกีฬามีสภาพร่างกายที่สมดุลและสมบูรณ์ทั้งในสนามและนอกสนามแข่งขัน เพื่อการมีสุขภาพดีตลอดช่วงชีวิต

คำสำคัญ : อาหาร โภชนาการ สัดส่วนอาหาร สมดุลพลังงาน การฝึก การแข่งขัน

Abstract

Nutrition for athletes and the people had not been different for the types of nutrition's. For training and competition, the athletes were keeping for more energy and diet distribution to balance their performance. Growth and development in exercise or physiology of fitness and adaptive physiology were come from stimulus and response process. All of the body has been response for cardiovascular musculoskeletal bone and joint neurons metabolism and sweat rate.

The key has come from sport specific train for aerobic anaerobic and mix system. Nutrition for training and competition were type of food and energy, energy balance for macro and micro nutrients, distribution of macronutrients, main meals and snacks, sport drink and water replacement and nutrition for recovery after training and competition. Then nutrition was very important to hold the balance of training and eating for body homeostasis in anywhere, in and out competition, and for the health to longevity.

Keywords : food, nutrition, diet distribution, energy balance, training, competition

บทนำ

การฝึกและการแข่งขันกีฬา

เมื่อมีการเคลื่อนไหวอย่างเป็นระบบและมีแบบแผนโดย การออกกำลังกายและการฝึก จะส่งผลให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด การเพิ่มการเผาผลาญของกล้ามเนื้อ การลดลงของออกซิเจนและมีการเพิ่มของคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ภาวะกรด-ด่าง การเพิ่มอุณหภูมิ การเพิ่มความเข้มข้นของอะดีโนซีน ไนตริกออกไซด์ฟอสเฟต และโพแทสเซียม ในของเหลวที่อยู่ภายนอกเซลล์ โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้สารตั้งต้นเพื่อการสร้างพลังงานของกล้ามเนื้อ ได้แก่ คุณค่าของอาหารและสารอาหาร ความหนักและช่วงเวลาในการออกกำลังกาย ระดับของการฝึก ฮอว์โมน และสิ่งแวดล้อม

ระหว่างการฝึกอย่างหนัก ร่างกายมีการใช้ออกซิเจนจำนวนมากเพื่อการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างเต็มประสิทธิภาพ มีการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกล้ามเนื้อและเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย ระบบการสร้างพลังงานจะกระตุ้นให้ร่างกายนำอาหารและสารอาหารมาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงาน เพื่อให้ร่างกายมีการทำงานอย่างสมดุล โดยกระบวนการเผาผลาญพลังงาน หรือเรียกว่ากระบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ กระบวนการสร้างและสลาย โดยกระบวนการสร้าง มีการสร้างสารโมเลกุลใหญ่จากสารตั้งต้นกำเนิด (precursors) ด้วยการสังเคราะห์ ส่วนกระบวนการสลายประกอบด้วยปฏิกิริยาของการเปลี่ยนแปลงสารโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนให้กลายเป็นสารโมเลกุลเล็กที่มีสูตรโครงสร้างแบบง่ายเช่น กรดแลคติก คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและแอมโมเนียเพื่อเข้าสู่เซลล์ต่อไป กระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันหลายขั้นตอน และอาศัยการทำงานร่วมกันของเอนไซม์หลายตัว โดยผลิตผลที่เกิดจากปฏิกิริยาแรกจะเป็นสารตั้งต้นหรือขั้วตรงกลางของปฏิกิริยาต่อไป การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดอยู่ตลอดเวลาแต่ร่างกายมีการรักษาระดับสารเคมีในร่างกายให้คงที่จากภายในเซลล์ โดยมีกลไกในการควบคุมอัตราเร็วของการเร่งปฏิกิริยาเพื่อรักษาสมดุลของการสังเคราะห์และการสลายสารให้เป็นภาวะสมดุล (Homeostasis) (Brooks and Fahey, 1999)

การเพิ่มกิจกรรมการเคลื่อนไหว การออกกำลังกายและการฝึกร่างกายต้องมีการปรับตัว

ให้สมดุลจากอาหารเพื่อใช้ในการรักษาสุขภาพให้สมบูรณ์ร่วมกับการรักษาสรรพภาพทางการกีฬา ให้มีสรรพภาพและประสิทธิภาพสูงสุด รูปแบบการฝึกจะเป็นการกระตุ้นโดยสร้างความเครียดเพิ่มขึ้นกับร่างกาย เพื่อให้เกิดการตอบสนองของร่างกาย ซึ่งการปรับตัวจากการตอบสนองจะมีลักษณะของความจำเพาะ เช่น ลักษณะการฝึกแบบแอโรบิกสามารถส่งผลต่อการตอบสนองในเชิงแอโรบิก โดยการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายใช้เวลาอย่างน้อยที่สุด 6-8 สัปดาห์ และต้องมีความหนักในการออกกำลังกายที่เหมาะสม โดยเฉพาะในระบบไหลเวียนโลหิตที่อาจต้องใช้เวลา มากกว่า 12 สัปดาห์ และในการเปลี่ยนแปลงของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกต้องใช้เวลา ในการตอบสนอง เช่น มวลของกระดูกต้องใช้เวลา 6-12 เดือน

ร่างกายจะใช้พลังงานในรูปของสารประกอบ เรียกว่า เอทีพี (adenosine triphosphate; ATP) ซึ่งเป็นสารให้พลังงานสูงแก่เซลล์ร่างกาย เมื่อร่างกายต้องการพลังงานจะมีการสลายคาร์โบไฮเดรตเพื่อให้ได้พลังงานออกมา และจะเกิดขึ้นเมื่อมีเอดีพี (adenosine diphosphate; ADP) โดยเป็นผลจากการใช้พลังงาน ทำให้เกิดการกระตุ้นให้เมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น โดยสารอาหารประเภทของคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่จำแนกตามหน้าที่ มี 2 ประเภท คือ ประเภทแรก คือ โพลีแซคคาไรด์สะสมเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่ทำหน้าที่เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แป้ง และไกลโคเจน สำหรับในพืชและไกลโคเจน สำหรับในสัตว์ และประเภทที่ 2 คือ แป้ง และไกลโคเจน ต่างมีกลูโคสเป็นองค์ประกอบ โดยขนาดโมเลกุลของไกลโคเจนและการแตกกิ่งก้านของโมเลกุลไกลโคเจนมีมากกว่าแป้ง

ไกลโคเจนเป็นพลังงานสำคัญของร่างกาย โดยการสลายไกลโคเจนและการเพิ่มจำนวน กลูโคสจะเกิดขึ้นในช่วงระหว่างมื้ออาหารหลัก ไกลโคเจนจะรักษาระดับของน้ำตาลในกระแสเลือด ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้เป็นพลังงานในส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะสมองที่มีการใช้กลูโคสเป็นพลังงาน เมื่อมีการออกกำลังกายอย่างหนัก กลูโคสจะมาจากการสลายไกลโคเจนโดยตรง ส่วนการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและใช้เวลานานต้องใช้กรดไขมันที่ต้องมีปริมาณของออกซิเจนจำนวนมากในการเผาผลาญให้เกิดพลังงานซึ่งเรียกว่า แบบแอโรบิก โดยแตกต่างจากกลูโคสที่เกิดจากการสลายไกลโคเจนที่สามารถนำมาเป็นพลังงานได้ โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน ซึ่งเรียกว่าแบบแอนแอโรบิกที่มีการใช้พลังงานอย่างรวดเร็วในระยะสั้น

แหล่งสะสมไกลโคเจนมีอยู่ 2 แหล่ง คือ ที่ตับและกล้ามเนื้อ โดยปริมาณความเข้มข้นของไกลโคเจนในตับจะมากกว่าไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ซึ่งในตับมีปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วนในกล้ามเนื้อจะมีความเข้มข้นเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น โดยจำนวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะมีมากกว่าน้ำหนักของกล้ามเนื้อจำนวนมาก ดังนั้นพลังงานที่ใช้เผาผลาญในระหว่างการออกกำลังกายจะขึ้นอยู่กับ รูปแบบการใช้พลังงานแอโรบิกหรือแอนแอโรบิก ความหนักและช่วงเวลาของการฝึก การแข่งขัน เพศ และวัยของนักกีฬา สิ่งเหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ว่า แหล่งพลังงานที่ใช้จะเป็นแบบใดและใช้พลังงานในรูปใด (McArdle, Katch and Katch, 2007)

ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ใช้ความรวดเร็วและเข้มข้น เป็นกีฬาที่ใช้เวลาสั้น ไม่ใช้ O_2 ในการสร้างพลังงานเช่น การวิ่งระยะสั้น 100 และ 200 เมตร การฝึกต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสมประมาณ 6 สัปดาห์หรือ 2 เดือน ระบบพลังงานเริ่มจากสารครีอะทีนฟอสเฟต

(Creatine Phosphate; PC) เป็นสารตั้งต้น และสุดท้ายของปฏิกิริยาเคมีได้สาร ฟอสเฟต (Phosphate) คาร์บอน (carbon) และพลังงาน การเกิดกระบวนการฟอสโฟครีเอทีน (phosphocreatine; PCr) มาจากการทำปฏิกิริยาเคมีให้เกิดพลังงานแบบ ATP ซึ่งเป็นพลังงานสูงในรูปแอนแอโรบิก

พลังงานที่ปล่อยออกมาจากคาร์โบไฮเดรต โดยเป็นพลังงานที่เก็บไว้ให้เซลล์ใช้ในอันดับแรก โดยแหล่งพลังงานได้มาจากสารอาหารหลักประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วย ข้าว แป้ง เผือก มัน และน้ำตาล ซึ่งคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานชนิดเดียวที่เป็นสารตั้งต้นของการเก็บพลังงานในรูปแอนแอโรบิกที่ต้องการพลังงานรวดเร็วและใช้เป็นพลังงานสำรองในการเข้าสู่ระบบการเผาผลาญแบบแอโรบิก (พิชิต, 2530)

ในระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบเบาและปานกลาง คาร์โบไฮเดรต จะเก็บสำรองพลังงานไว้ถึงหนึ่งในสามของพลังงานที่ร่างกายต้องการ และเมื่อร่างกายต้องการใช้พลังงานจากไขมันเพื่อเป็นพลังงานต้องใช้กระบวนการเผาผลาญพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตด้วยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต้องการพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากใช้ได้รวดเร็วมากกว่าการแตกตัวของพลังงานจากกรดไขมัน ดังนั้นการลดลงของไกลโคเจนที่เก็บไว้รวดเร็วเกิดจากการใช้พลังงานในรูปของพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้นมาก ในการออกกำลังกายใช้เวลานาน เช่น การวิ่งมาราธอน นักกีฬาจะมีประสบการณ์จากการเมื่อยล้าจากสารอาหารไม่เพียงพอขึ้นอยู่กับช่วงการใช้ไกลโคเจนจากตับและจากกล้ามเนื้อ (Wilmore and Costill, 2004) โดยการกระตุ้นให้เกิด การเกิดกระบวนการไกลโคไลซิสและกระบวนการสร้างพลังงานจากสารอาหาร

อาหารและพลังงาน

นักกีฬาและคนทั่วไปต้องรับประทานอาหารให้ครบห้าหมู่เหมือนกัน แต่แตกต่างกันจากนักกีฬาต้องการอาหารปริมาณมากขึ้นเพื่อการเคลื่อนไหว การฝึกซ้อมและการแข่งขัน โดยปริมาณของสารอาหารที่มีอยู่ในร่างกาย ได้แก่ น้ำ 60-65% โปรตีน 20% ไขมัน 10% คาร์โบไฮเดรต 1% และ เกลือแร่ 4% ร่างกายได้รับสารอาหารจากการรับประทานอาหารที่มีความแตกต่างกัน (นิธิยาและวิบูลย์, 2537)

อาหารและสารอาหาร มีความหมายแตกต่างกันโดย อาหาร หมายถึง สิ่งที่เรานำเข้าสู่อวัยวะด้วยการรับประทาน การดื่ม การใส่ผ่านทางท่อทางหรือด้วยการให้ทางเส้นเลือดดำของร่างกาย และให้สารอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างทำให้เกิดประโยชน์ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย เพื่อบำบัดความหิว เพื่อเสริมสร้างสุขอนามัยที่ดี เพื่อให้มีการพัฒนาการทางสมองหรือ สำหรับจิตใจเพื่อสนองความอยากรับประทานอาหารทำให้พอใจ เสริมสร้างสุขภาพจิตที่ดี เช่น มีสังคมน่าคบหาความเครียด ตลอดจนการแสดงถึงฐานะทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม

โดยความหมายของสารอาหาร คือ สารเคมีที่มีอยู่ในอาหาร สารอาหารแบ่งเป็น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและวิตามิน เกลือแร่และน้ำ สารอาหารนำไปใช้ในร่างกายแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ สารอาหารหลักและสารอาหารรอง สารอาหารหลักหมายถึงสารอาหารที่

ร่างกายต้องการปริมาณมาก เพื่อนำไปใช้ในการสร้างพลังงานและเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อในร่างกาย สารอาหารหลักให้พลังงานแก่เซลล์ ได้แก่ สารอาหารคาร์โบไฮเดรตประเภทข้าว แป้ง ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ไขมันและน้ำมันให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม และโปรตีน ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ นม และถั่วให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ส่วนสารอาหารรองหมายถึง สารอาหารที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อยและไม่ให้พลังงาน แต่ขาดไม่ได้เพื่อให้ร่างกายมีการทำงานที่เหมาะสม สามารถช่วยควบคุมปฏิกิริยาเคมีและการทำงานของอวัยวะภายในและช่วยป้องกันและต้านทานโรค สารอาหารรองได้แก่วิตามินและเกลือแร่ที่มีในผักและผลไม้

พลังงานของร่างกายมาจาก อาหารที่เราได้รับและนำสารอาหารเข้าสู่ขบวนการทางเคมีเพื่อนำพลังงานไปใช้งานในรูปแบบของพลังงานกลในการทำงานของกล้ามเนื้อ พลังงานไฟฟ้าจากการทำงานของระบบประสาท ที่เป็นกิจกรรมชีวิตเช่นการเคลื่อนไหว การทำงานของเซลล์ประสาท การหายใจ การดูดซึมสารอาหาร การสังเคราะห์โปรตีนหรือเอนไซม์ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสิ่งมีชีวิต จึงมาจากกระบวนการเผาผลาญจากสารอาหารหรือเรียกกระบวนการเมตาบอลิซึม ดังกล่าว

สมดุลพลังงานจากสารอาหารหลักและสารอาหารรอง

ความสมดุลของพลังงาน (Energy Balance) สามารถคำนวณได้จากพลังงานที่ได้รับจากอาหารและพลังงานที่ใช้ของร่างกาย แบ่งเป็นสมดุลทางบวก (positive energy balance) และสมดุลทางลบ (negative energy balance) การได้รับพลังงานจากอาหารมากกว่าการใช้พลังงานจะทำให้เกิดการเพิ่มของน้ำหนักตัว โดยนักกีฬามักจะเกิดขึ้นในช่วงพักการฝึกซ้อม ส่วนการได้รับพลังงานจากอาหารและสารอาหารน้อยกว่า การใช้ฝึกซ้อมและแข่งขัน มักเกิดขึ้นในช่วงการฟื้นฟูสภาพของพลังงาน (recovery of energy) จะล่าช้าส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย น้ำหนักลดลง อ่อนเพลีย การเพิ่มปริมาณของกรดแลคติกและการเกิดการเมื่อยล้าทั้งระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ซึ่งสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญในการทดแทนไกลโคเจน จะต้องการเร็วที่สุดหลังจากฝึกซ้อมหรือแข่งขัน โดยมีการสามารถสะสมกลับคืนได้ต้องใช้เวลา 48 - 72 ชั่วโมง ถ้าทดแทนอย่างรวดเร็วภายใน 30 นาที - 1 ชั่วโมง จะสามารถทำให้มีการกลับคืนของไกลโคเจนได้มากถึงร้อยละ 80

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการพลังงานจากสารอาหารต่อวัน ได้แก่ อุณหภูมิ เพศ อายุ การทำงานและปริมาณงานที่มีการใช้พลังงานต่อวัน เช่น งานเบา งานหนักปานกลาง และงานหนักมาก การเปลี่ยนแปลงของสภาวะร่างกาย เช่น การตั้งครรภ์ การให้นมบุตร และการเล่นกีฬา ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินสภาพโภชนาการ จึงจะสามารถบอกสภาพของการสมดุลของพลังงานที่ได้รับและสมดุลของพลังงานที่ใช้ต่อวัน วิธีการในการประเมินใช้ดัชนีโภชนาการ (Gibson, 1990) ซึ่งมีตัวบ่งชี้ จำนวน 4 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1. ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับการรับประทานอาหาร (Dietary parameters) เช่น การรับประทานอาหารตามสัดส่วน ระยะเวลา ชนิดอาหารที่รับประทาน และการใช้พลังงานในการดำเนินชีวิต

2. ตัวบ่งชี้ทางชีวเคมี (Biochemical parameters) เป็นการวิเคราะห์ชนิดของสารอาหารที่มีอยู่ในร่างกาย โดยการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น การวัดโปรตีนจากค่าไนโตรเจนที่สมดุล

3. ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับ ขนาดและสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric parameters) เช่น เพศ น้ำหนักตัว ผู้ที่ร่างกายขนาดใหญ่ กล้ามเนื้อมาก มักต้องการอาหารปริมาณมาก จากปริมาณการเผาผลาญพลังงานมาก

4. ตัวบ่งชี้ทางคลินิก (Clinical parameters) เช่น การเป็นโรคขาดสารอาหาร เช่น วิตามินเอ การขาดสารอาหารโปรตีนในผู้ป่วยที่อ้วนมีน้ำหนักมาก ทำให้มีการขาดสภาพความสมดุลของของเหลวในร่างกายได้ โดยการควบคุมปริมาณน้ำภายในหลอดเลือดภายในเซลล์และรอบเซลล์ โดยแอลบูมินและโกลบูลินทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับการออสโมติก (Osmotic pressure) ในร่างกาย ดังนั้น ถ้าโปรตีนในน้ำเหลืองลดลง แรงดันเลือดจะทำให้ของเหลวออกจากหลอดเลือดไปอยู่ระหว่างเซลล์ เกิดอาการบวมได้แต่ต้องแยกอาการบวมผิดปกติจากโรคไตและโรคหัวใจด้วย หลังจากที่ได้รับโปรตีนและสารอาหารอื่นเพียงพอแล้ว อาการบวมจะหายไป

นักกีฬาและคนทั่วไปสามารถใช้ ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับการรับประทานอาหาร (Dietary parameters) โดยการเก็บข้อมูลการรับประทานอาหารตามสัดส่วน ระยะเวลา ชนิดอาหารที่รับประทาน และนำมาเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานในการเคลื่อนไหวและการฝึกซ้อม โดยคนทั่วไปมีความต้องการพลังงานจากสารอาหารที่รับประทานวันละ 2,000 แคลอรี แต่นักกีฬาต้องการพลังงานต่อวันมากกว่า เพราะต้องใช้พลังงานในการฝึกซ้อมและการแข่งขัน จากการศึกษา นักฟุตบอลอาชีพที่อยู่ในช่วงกลางฤดูกาลการแข่งขัน มีความต้องการพลังงานจากอาหารมากถึง 3,000 - 4,500 แคลอรีต่อวัน (สุกัญญา, 2551) นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอายุ เพศ ยังส่งผลต่อระบบพลังงานและการฝึกซ้อม เช่น นักกีฬาเยาวชนมีความต้องการพลังงานจากอาหารที่ได้รับโดยรวมต่อวันเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตและการฝึกซ้อม จากการศึกษาพบว่า นักกีฬาเยาวชนบาสเกตบอล มีความต้องการพลังงาน 3,500 - 4,000 แคลอรีต่อวัน (สุกัญญา, 2547) ซึ่งเท่ากับพลังงานของนักฟุตบอล ดังนั้นในการรับประทานอาหารของนักกีฬาเยาวชนจึงเป็นเรื่องผู้ฝึกสอนและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องมีความรู้ เพื่อใช้แนะนำนักกีฬาให้รับประทานอาหารเพื่อให้เกิดความสมดุลของพลังงานจากสารอาหารและพลังงานที่ใช้ฝึกซ้อม และแข่งขัน นอกจากนี้ต้องมีพลังงานทดแทนเพื่อให้การเจริญเติบโตอีก 500-1000 แคลอรีที่ต้องเพิ่มให้อีกต่อวัน

ในการฝึกซ้อมมีการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาของนักกีฬาตามระยะเวลาในการฝึกตามแบบฝึกสมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพทางกีฬา นอกจากนี้คุณสมบัติทางเคมีของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดสมรรถภาพที่แตกต่างกัน โดยมีพันธุกรรมเป็นตัวกำหนด การนำกล้ามเนื้อมาตรวจโดยการย้อมสีกล้ามเนื้อ ถ้าติดสีเข้มแสดงว่ามีเส้นใยกล้ามเนื้อแอโรบิกแบบเส้นใยสีแดง ถ้ากล้ามเนื้อไม่ติดสีเรียกเส้นใยแบบแอนแอโรบิก และสีที่ต่างกัน คือ จำนวนไกลโคเจนในกล้ามเนื้อแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกพันธุกรรมที่ไม่เหมาะสม ถึงแม้มีการฝึกที่ถูกต้อง หรือโภชนาการที่ดีก็ไม่สามารถเป็นแชมป์ได้

โดยเฉพาะมีรูปแบบของการฝึก โดยไม่เข้าใจธรรมชาติกีฬาและระบบพลังงาน เช่น การฝึกแบบแอโรบิกและแบบแอนแอโรบิก มักส่งผลการฝึกที่ไม่ตรงตามต้องการ ดังนั้นจึงมีคำกล่าวที่ว่า แพ้ทาง คือ การแพ้พื้นฐานทางพันธุกรรมนั่นเอง

รูปแบบของการฝึกไม่สามารถจะเปลี่ยนเส้นใยกล้ามเนื้อจากสีแดงเป็นสีขาวได้ แต่การทำงานจะเป็นตัวช่วยแบบผสมผสาน (Intermediate) จากเส้นประสาทที่มาเลี้ยงเกิดจากเส้นประสาทคนละชุดกัน เช่น เส้นประสาทขนาดเล็ก และขนาดของเส้นใยของระบบประสาท (motor unit) มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการคัดเลือกหรือแข่งขันในระดับเยาวชน โดยดูตามภูมิประเทศ และกีฬาจึงเป็นการคัดเลือกผู้มีความสามารถเป็นเลิศ (identified talent) อีกแบบหนึ่ง (ประทุม, 2558)

โดยทั่วไป การฝึกกล้ามเนื้อของนักกีฬาจะมีการเพิ่มขนาดและสัดส่วน สามารถเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานได้มากกว่าคนทั่วไปร้อยละ 5 และปัจจัยจากความหนักของการฝึกและการออกกำลังกาย แบบปานกลางและหนักมาก สามารถทำให้กล้ามเนื้อมีการเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานร้อยละ 8-14 ดังนั้นในการออกกำลังกายมีการเพิ่มการนำสารอาหารจากร่างกายมาใช้ จึงต้องเพิ่มความต้องการสารอาหารเพื่อรักษาสภาพการฝึกซ้อมของนักกีฬาให้สมดุล เพื่อให้คงสมรรถภาพทางกีฬา

สัดส่วนของสารอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน

ความต้องการอาหารของนักกีฬาที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกซ้อมและแข่งขัน ต้องเพิ่มทั้งปริมาณและสัดส่วนของอาหารที่ให้พลังงาน เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน ส่วนปริมาณของอาหารประเภทวิตามิน และเกลือแร่ก็ควรเพิ่มด้วย ความต้องการพลังงานของนักกีฬาจากอาหารที่รับเข้าไปควรมีความสมดุลกับพลังงานที่ใช้ต่อวัน (กิโลแคลอรีต่อวัน) โดยพลังงานจากสารอาหารหลักให้พลังงานที่รับประทานควรคิดอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนเป็นร้อยละ สัดส่วนที่เหมาะสม คือ ร้อยละของพลังงานต้องเป็น 60 : 30 : 10 และต้องมีความหลากหลายของอาหาร โดยสามารถเพิ่มจำนวนหรือขนาดของการรับประทานอาหารในแต่ละชนิด เพื่อให้เหมาะสมกับการทดแทนพลังงานที่ใช้ไปในการฝึกและการแข่งขัน

เมื่อร่างกายได้รับสารอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน แล้วจะถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดพลังงานและความร้อน แต่ร่างกายไม่ได้ใช้สารอาหารทั้ง 3 ชนิดพร้อมกัน คาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานอันดับแรกที่ถูกนำไปใช้ เมื่อคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอจึงจะมาใช้ไขมัน ซึ่งไขมันนอกจากจะเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแล้ว ยังให้กรดไขมันจำเป็นแก่ร่างกายอีกด้วย ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอจึงจะออกซิไดซ์โปรตีน เพื่อให้เป็นพลังงานต่อไปตามลำดับ (Mahan and Escott-Stump, 2000)

สารอาหารคาร์โบไฮเดรต ได้จากอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล เช่น ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า เผือก มัน และผลไม้ต่างๆ คาร์โบไฮเดรต ส่วนสำคัญที่นักกีฬาต้องใช้ คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่มีขนาดเล็กไม่สามารถถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นองค์ประกอบที่เล็กไปกว่านี้ได้อีก กลูโคสหรือเดกซ์โทรส พบมากในองุ่น จึงมักเรียก น้ำตาลองุ่น เป็นสารอาหารหลักในการสลาย

ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต สลายเป็นพลังงานได้รวดเร็ว ดูดซึมได้ง่าย เป็นน้ำตาลที่มีมากที่สุด ในธรรมชาติ เป็นองค์ประกอบของมอลโทส ซูโครส และแลคโทส น้ำตาลอีกชนิดหนึ่ง คือ คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้ง และไกลโคเจน โดยไกลโคเจน เป็นแป้งสะสมมาก ในตับสามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคสเมื่อต้องการพลังงาน โดยมีกลูโคสเป็นองค์ประกอบ ขนาด โมเลกุล ไกลโคเจนใหญ่กว่าแป้งจะมีการแตกกิ่งก้านของโมเลกุลไกลโคเจนมากกว่า

การออกกำลังกายที่ยาวนานและต่อเนื่อง แหล่งพลังงานที่ใช้จากไกลโคเจนของ กล้ามเนื้อจะเปลี่ยนเป็นกลูโคส เพื่อเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือด ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นในการออกกำลังกายลดลง การสร้างพลังงานจากไขมันจึงนำมาใช้ในการแข่งขันที่ยาวนาน ต่อเนื่องแบบแอโรบิก โดยสัดส่วนของพลังงานจากไขมันจะลดลงเมื่อ ความเข้มข้นในการออกกำลังกายมากขึ้น (ประทุม, 2527) โดยเปลี่ยนเป็นการสร้างพลังงาน จากคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้นโดย 55% - 58% ของพลังงานมาจากคาร์โบไฮเดรต 12% - 15% ของพลังงานมาจากโปรตีน และ 25 - 30% ของพลังงานมาจากไขมัน

สารอาหารประเภทไขมัน สามารถได้รับจากอาหารประเภทน้ำมัน โดยการจะพบได้ใน เลือดภายหลังมื้ออาหารนั้นและจะถูกทำให้หมดไปจากพลาสมาในเวลาไม่ถึงชั่วโมง โดยมีกลไก หลักที่สำคัญ 2 ประการ คือ กลไกการกำจัดหรือการนำไขมันชนิดโคเลสเตอรอลจากเลือด เพื่อเข้าสู่เซลล์ตับและไลโปโปรตีนจากหลอดเลือดของเซลล์กล้ามเนื้อ จะปล่อยเอนไซม์ย่อย ไขมันไลโปโปรตีนไลเปสและทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับหลอดเลือด โดยมีผลต่อการทำงานของ ไขมันดีและไขมันเลว ไขมันดีเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า HDL คอลเลสเตอรอล สามารถกำจัด ไขมันที่อุดตันในเส้นเลือดแดงไปกำจัดที่ตับได้ โดยมีการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับกลไก การขนส่งในกระแสเลือด เช่น ไลโปโปรตีน ทำให้ ไขมันซึ่งไม่สลายน้ำสามารถขนส่งใน กระแสเลือดได้ พบในสารอาหารไขมัน เช่น น้ำมันมะกอก น้ำมันรำข้าว เมล็ดอัลมอนด์ และอโวคาโด โดยสารอาหารเหล่านี้มักให้พลังงานสูงการรับประทานแบบพอดีจะสามารถ เป็นผลดีต่อสุขภาพได้ไขมันเลว เรียกว่า LDL เป็นไขมันที่มีในอาหารจากสัตว์เช่นน้ำมันหมู ขาหมู หนังเป็ดหนังไก่เป็นต้นควรหลีกเลี่ยงเนื่องจากสามารถทำให้เส้นเลือดอุดตันได้

การกำหนดสารอาหารประเภทโปรตีนสำหรับบุคคลในอายุต่างๆ ปริมาณโปรตีนที่ ควรได้รับ จะกำหนดจากการศึกษาสมมูลของไนโตรเจน ในผู้ใหญ่ปกติควรได้รับโปรตีน 0.8 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อวัน สำหรับในเด็กที่มีการเจริญเติบโต หญิงตั้งครรภ์ และให้ นมบุตรจะมีความต้องการโปรตีนในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น โปรตีนมีหน้าที่ในการเสริมสร้าง ส่วนประกอบสำคัญของร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ปัจจุบันเกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด ไลโปโปรตีน โปรตีนขนส่งในกระแสเลือด และรงควัตถุ (Pigment) เกี่ยวกับการมองเห็น

ในผนังเซลล์มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบมีหน้าที่สำคัญ คือ เป็นตัวรับ (receptor) ในการดูดซึมสารอาหารเข้าเซลล์ เป็นตัวรับของฮอร์โมนและเกลือแร่ต่างๆ เพื่อช่วยคงความสมดุล ของประจุภายในเซลล์ ร่างกายมีการสร้างและสลายโปรตีนในอวัยวะต่างๆ โดยเฉพาะมีกล้ามเนื้อ และไขกระดูก ถ้าได้รับโปรตีนไม่เพียงพอจะทำให้การสลายมากกว่าการสร้าง ซึ่งมีผลให้อวัยวะ มีขนาดเล็กลง และประสิทธิภาพในการทำงานลดลงด้วย โปรตีนสามารถควบคุมความสมดุล

ของกรดและด่างซึ่งจะควบคุมปริมาณของ H^+ อีสระโดยการให้หรือรับ H^+ ซึ่งมีผลทำให้ pH ในเลือดคงที่ (pH = 7.35 - 7.45) โปรตีนในเลือดจึงมีหน้าที่เป็น buffer แก่ร่างกาย หน้าที่ของโปรตีนมีการสร้างฮอโมนและเอ็นไซม์

โดยฮอโมนส่วนใหญ่สร้างมาจากโปรตีน เช่น ไทรอยด์ สร้างมาจากกรดอะมิโน อินซูลิน คือโพลีเปปไทด์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมระดับกลูโคสในเลือด และอัตราการเผาผลาญกลูโคส ดังนั้น การให้อินซูลินในด้านการรักษาจะให้ในรูปของการฉีด เพราะถ้าให้ทางปาก อินซูลินจะถูกย่อยได้ โปรตีนสามารถเปลี่ยนเป็นสารอื่นได้ เช่น กลูโคสหรือไขมัน ตามที่ร่างกายต้องการ ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอ ดับและไตจะเปลี่ยนกรดอะมิโนเป็นกลูโคส ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า กลูโคเนโอเจนีซิส โปรตีนมีการให้พลังงาน ประมาณร้อยละ 15 ของพลังงานทั้งหมด แต่เซลล์ของร่างกายส่วนใหญ่ยังใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นพลังงาน ดังนั้นการประเมินความต้องการโปรตีนควรคำนึงถึงได้แก่ ปริมาณและคุณภาพของโปรตีนปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับด้วย

พลังงานจากอาหารที่นักกีฬาได้รับต่อวันอาจมากถึง 4,000 - 5,000 กิโลแคลอรีต่อวัน (Charoenwattana and sarepan, 2010) โดยพลังงานประมาณ 50% เป็นพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต (500 - 600 กรัมของคาร์โบไฮเดรต หรือ ประมาณ 7 - 8 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในนักกีฬาที่น้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม) และมีการสำรองพลังงานเพื่อการเก็บไกลโคเจนของกล้ามเนื้อวันต่อวัน สารอาหารโปรตีนได้รับจากอาหาร ถ้าน้อยกว่า 15% ของพลังงานที่ได้รับเป็นการได้รับโปรตีน (100 - 125 กรัมต่อวันหรือ 1.2 - 1.7 กรัมต่อวัน เช่น ปริมาณโปรตีน 84 - 119 กรัม ในนักกีฬาที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม โดยดูภาวะสมดุลของไนโตรเจนด้วย)

ถ้าปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมดที่ได้รับต่อวัน มีค่าน้อยกว่า 2,000 กิโลแคลอรีพลังงาน 60% จากคาร์โบไฮเดรตจะไม่เพียงพอกับการรักษาระดับความสมดุลของคาร์โบไฮเดรตที่เก็บไว้ (4 - 5 กิโลกรัมในนักกีฬา น้ำหนัก 60 กิโลกรัม) พลังงาน 20 - 25% จากไขมัน มักจะเป็นระดับที่เพียงพอกับคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับ โดยช่วยในป้องกันน้ำหนักเกิน การกำหนดความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลนั้น ต้องให้เพียงพอเพื่อการใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยพื้นฐานขนาดของร่างกาย น้ำหนัก และสัดส่วนของร่างกายตามเป้าหมาย ตามเหมาะสมกับประเภทกีฬาและเพศของนักกีฬา

เมื่อร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอจะเกิดผลกับระบบการทำงานของร่างกายหลายระบบ เช่น ระบบการย่อยอาหาร อาจารเคลื่อนไหวของลำไส้ผิดปกติ อาจเกิดถ่ายท้อง ปวดท้อง อึดอัดไม่สบายท้อง การเกิดแก๊สในลำไส้ คลื่นไส้ อาเจียนโดยไม่ทราบสาเหตุ ลมหายใจ มีกลิ่นเหม็นท้องผูก ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก เกิดอาการเมื่อยล้าเรื้อรัง ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย และกล้ามเนื้อเป็นตะคริว อาจเกิดภาวะกรดยูริกในเลือดสูง เกาท์ ระบบการเผาผลาญเกิดอาการปวดศีรษะ ไมเกรนในการลดน้ำหนักจากการลดอาหารคาร์โบไฮเดรตจะเกิดภาวะดีโตนในร่างกายสูงขึ้นทำให้เกิดผลกับกระบวนการคิด ทำให้การคิดและตัดสินใจช้าลง จิตใจเกิดซึมเศร้า อารมณ์แปรปรวนแปร่งาย การสร้างสารซีโรโตนินลดลง ผมร่ว่ง ผิวหนังมีผื่นแดง อาจเกิดการนอนไม่หลับ

การรับประทานอาหารในช่วงการแข่งขัน

การเก็บพลังงานในร่างกายในรูปของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ไว้ให้พอกายใช้ภายใน 24 ชั่วโมง จากการได้รับอาหารคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสูง โดยอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรตมีอยู่ 5 ประเภท คือ ธัญพืช ผลไม้ ผัก นม ขนมหวานและน้ำหวาน ผู้ใหญ่ที่ไม่ออกกำลังกายแต่ละคนควรกินคาร์โบไฮเดรตไม่ต่ำกว่า 50 - 100 กรัมต่อวัน แต่นักกีฬาควรได้รับมากคิดเป็น 6 - 10 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม เพื่อหลีกเลี่ยงการเผาผลาญโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น โดยต้องได้รับสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 60 ของพลังงานที่ได้รับในแต่ละวัน นอกจากนี้ต้องมีพลังงานเหลือเพียงพอสำหรับการฝึกและการออกกำลังกายในช่วงพัก ถ้าช่วงการฝึกที่ต้องพักนาน ต้องมีการลดพลังงานจากอาหารด้วยเพราะเมื่อมีการฝึกลดลง ความต้องการพลังงานต้องลดลง ไม่เช่นนั้นจะทำให้มีการเพิ่มน้ำหนักตัวหรือน้ำหนักของไขมันในร่างกาย

ระบบควบคุมสมดุลภายในร่างกาย ผ่านประสาทเป็นวงจรแบบอัตโนมัติหรือฮอร์โมน โดยการทำงานของระบบประสาท ส่วนใหญ่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหวและการหลั่งสารต่างๆ ของร่างกายและระบบฮอร์โมน มักถูกใช้ในการควบคุมการเผาผลาญของร่างกาย ดังนั้นความต้องการพลังงานในการเคลื่อนไหวและการออกกำลังกาย ควรต้องมีโภชนาการที่ดี เพื่อส่งผลต่อการฝึกและการปรับตัว การฟื้นฟูสภาพและการตอบสนองของแบบฝึก โดยเฉพาะความสำเร็จในกีฬาขึ้นกับการฝึกซ้อม พัฒนาการตามวัย และการวางแผนเรื่องอาหาร ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในทุกๆ การแข่งขัน การเตรียมความพร้อมของนักกีฬาและจำเป็นในทุกช่วงพัฒนาการของนักกีฬา ดังนั้นองค์กร ผู้ฝึกสอน นักกีฬา ผู้ปกครอง ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีการดูแลนักกีฬาให้มีการฝึกซ้อม โดยปราศจากอันตรายต่อสุขภาพของนักกีฬา และท้ายสุดต้องมีการป้องกันและลดความเสี่ยงการบาดเจ็บทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ เพื่อการรักษาภาวะสุขภาพของนักกีฬาร่วมกับการเพิ่มสมรรถภาพทางกีฬาต่อไป

อาหารมื้อหลักและอาหารว่าง

จำนวนมื้ออาหารใน 24 ชั่วโมง นักกีฬาเมื่อมีการฝึกซ้อมและแข่งขัน ควรได้รับอย่างน้อย 6 - 8 มื้อ โดยแบ่งเป็นมื้อหลัก 3 มื้อ อาหารว่าง 3 - 5 มื้อ ตามเวลาการฝึกซ้อมและแข่งขันควรมีการแบ่งมื้อ โดยเริ่มจากมื้อแรกที่ได้รับแล้วนับเวลาห่าง 3 - 4 ชั่วโมงเป็นมื้อหลัก ควรมีการพิจารณาจากเวลาที่ฝึกซ้อมว่า ก่อนฝึกซ้อมหรือก่อนแข่งขันควรได้รับอาหารย่อยง่าย และกินก่อน 1 - 2 ชั่วโมง และเมื่ออยู่ในระหว่างฝึกหรือแข่งขัน ถ้าใช้เวลานานกว่า 30 นาที ควรต้องมีการทดแทนด้วยน้ำและเกลือแร่ด้วย

เวลาในการรับประทานอาหารขึ้นอยู่กับกรย่อยและการดูดซึมของสารอาหารแต่ละประเภท เช่น คาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว เช่น กลูโคส ฟรุคโตส ใช้เวลาย่อยและดูดซึมประมาณ 30 นาที ถ้าเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน เช่น ข้าว แป้ง มันฝรั่ง ใช้เวลาย่อยและดูดซึมประมาณ 60 - 90 นาที โปรตีนใช้เวลาย่อยและดูดซึมประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง ไขมันใช้เวลามากกว่า 3 ชั่วโมง มื้ออาหารหลักจึงควรห่างกัน 3 - 4 ชั่วโมง มื้ออาหารว่างควรห่างกันประมาณ 1-2 ชั่วโมง

การนำความรู้ด้านโภชนาการมาใช้เพื่อพัฒนากีฬานั้นมีการนำอาหารแลกเปลี่ยนและการใช้ดัชนีไกลซีมิกซ์ในอาหาร การจัดมื้ออาหารและประเภทอาหารเพื่อพัฒนากีฬาไทย มีการพัฒนามากขึ้น อาหารแลกเปลี่ยน(ศัลยา, 2545) แบ่งเป็นอาหารหลัก 5 หมู่ หมู่เนื้อสัตว์ หมูข้าวแบ่งขนมปัง หมูผัก หมูผลไม้และหมูไขมัน แล้วนำอาหารหลัก 5 หมู่แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คาร์โบไฮเดรต กลุ่มที่ 2 โปรตีน และกลุ่มที่ 3 ไขมัน โดยอัตราส่วนของสารอาหารหลัก ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน โดยการแบ่งสัดส่วนอาหารในจานคิดเป็นร้อยละ 100 ให้สัดส่วนของประชาชนทั่วไปใช้ปริมาณน้อยกว่านักกีฬา ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 50 - 55 โปรตีนร้อยละ 10 - 15 และไขมันร้อยละ 25 - 30 การวิจัยด้านอาหาร แลกเปลี่ยนสำหรับนักกีฬาควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในช่วงก่อนการแข่งขัน ขณะแข่งขันและหลังการแข่งขัน เพื่อสร้างความรู้ในการเลือกรับประทานอาหารเพิ่มเติม

ส่วนดัชนีไกลซีมิกซ์ในอาหารที่มีการเทียบระดับของน้ำตาลในอาหาร การนำมาใช้ยังมีการศึกษาน้อย โดยเฉพาะในการออกกำลังกายและการกีฬาคุณภาพโภชนาการและการประเมินสภาพโภชนาการ ดังนั้น จึงควรมีการพิจารณาคุณภาพโภชนาการจาก 2 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบส่วนบุคคล เช่น วัย กิจกรรม ชนิดและลักษณะของการใช้พลังงานในร่างกาย การย่อยและการดูดซึมของร่างกาย และองค์ประกอบสุดท้าย คือ องค์ประกอบของอาหาร ได้แก่ รสชาติของอาหารด้วยเพื่อให้เกิดความสมดุลของร่างกาย

การทดแทนด้วยน้ำและเครื่องดื่มทางกีฬา

การได้รับน้ำอย่างเพียงพอระหว่างการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสุขภาพและสมรรถภาพของร่างกายสูงสุด นักกีฬาควรจะมีการดื่มน้ำให้เพียงพอ เพื่อให้สมดุลกับน้ำที่สูญเสียไป เช่น ประมาณ 2 ชม. ก่อนออกกำลังกายควรดื่มน้ำจำนวน 400 - 600 ml หรือประมาณ 14 - 22 ออนซ์ ระหว่างออกกำลังกายควรดื่มน้ำ 150 - 350 cc. (6 - 7 ออนซ์) และดื่มอีกทุกๆ 15 - 20 นาที ในขณะที่ออกกำลังกาย การรักษาระดับน้ำให้สมดุลหลังการออกกำลังกายนั้น นักกีฬาควรจะมีการดื่มน้ำให้เพียงพอกับการสูญเสียเหงื่อในระหว่างการออกกำลังกาย นักกีฬาควรจะต้องดื่มน้ำอย่างน้อย 450 - 675 ml. (16-24 ออนซ์) ต่อน้ำหนักตัว 1 ปอนด์ (2.2 ปอนด์ = 1 กิโลกรัม) ที่สูญเสียไประหว่างการออกกำลังกาย ควรมีการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการออกกำลังกายเพื่อเปรียบเทียบกัน ถ้าน้ำหนักลดลงแสดงว่าเกิดการสูญเสีย

ตามปกติร่างกายจะรักษาสภาพสมดุลของน้ำให้เหมือนเดิมภายใน 24 ชั่วโมง และเวลาที่ใช้ในการทดแทนกลับของไกลโคเจนของกล้ามเนื้อภายใน 72 ชั่วโมง และการทดแทนพลังงานในกล้ามเนื้อจะใช้เวลานานเพิ่มขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายหนักเกินไป จะส่งผลโดยตรงต่อพลังงานของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังมีปริมาณของเกลือแร่และน้ำในร่างกายที่ร่างกายต้องรักษาสมดุลด้วย ผลเสียจากการลดปริมาณน้ำในร่างกายอย่างรวดเร็ว เช่น การทำให้เหงื่อออกปริมาณมากและการกินยาถ่าย ทำให้เกิดการขาดความสมดุลของปริมาณเกลือแร่ในเซลล์และปริมาณน้ำของร่างกาย ร่างกายมีการตอบสนองในการขาดน้ำแตกต่างกัน (Brooks, Fahey, White & Bald, 1999) ในสมองมีน้ำเป็นส่วนประกอบ

ร้อยละ 75 ถ้าขาดน้ำในระดับปานกลางจะทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะและมึนงง กล้ามเนื้อประกอบด้วยน้ำ ร้อยละ 75 และกระดูกมีน้ำเป็นส่วนประกอบ ร้อยละ 22 การสูญเสียน้ำสามารถเกิดขึ้นได้แม้เพียงการหายใจ จึงต้องการน้ำในปริมาณที่เพียงพอเพื่อช่วย ในการหายใจเข้า - ออก และการทำให้ออกซิเจนที่หายใจเข้ามีความชุ่มชื้นเพียงพอ และน้ำสามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้สมดุลได้

น้ำเป็นตัวขนส่งสารอาหารและออกซิเจนไปเลี้ยงทุกเซลล์ของร่างกาย (Mahan & Escott-Stump, 2000) โดยน้ำที่เป็นตัวทำละลายวิตามินเช่นโทอะมิน (B1) ไบโอฟลาวิน (B2) ไนอะซิน (B3) ไพริดอกซิน (B6) ไชยาโนโคบาลามิน (B12) โฟเลต ไบโอติน กรดแพนโทธีนิก และวิตามินซีล้วนละลายน้ำแล้วจึงเข้าสู่ร่างกายเพื่อนำไปใช้ นอกจากนี้ น้ำสามารถป้องกันและปกป้องอวัยวะสำคัญของร่างกายและข้อต่อ น้ำยังสามารถช่วยในการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เข้าสู่ระบบการใช้พลังงานและการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย แพทย์โรคผิวหนังได้ให้คำแนะนำในการดื่มน้ำให้เพียงพอจะสามารถทำให้ผิวหนังชุ่มชื้นและเรียบเนียน

เมื่อร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อมควรได้รับน้ำเพื่อความสมดุลของร่างกาย จากสภาพแวดล้อมนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำในเครื่องบินหรืออยู่ในบริเวณที่สูงเช่นภูเขา ควรดื่มน้ำ 240 ซี ซี ทุก 1 ชั่วโมง ในสภาพอากาศเย็นทำให้การเผาผลาญของร่างกายเพิ่มมากขึ้น จึงควรดื่มน้ำเพิ่มมากขึ้น โรคบางชนิดเช่นปอดบวมและไข้หวัดทำให้เกิดภาวะขาดน้ำได้ การอยู่ในอากาศร้อนมากหรือหนาวมากทำให้ร่างกายต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นต้องทดแทนน้ำโดยควรดื่มประมาณ 30 - 60 ซีซีต่อชั่วโมงเพื่อรักษาความสมดุลของร่างกาย นอกจากนี้ การสูญเสียจากเครื่องดื่มบางชนิด เช่น กาแฟหรือสารคาเฟอีน เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทุกชนิด สามารถทำให้ร่างกายขาดน้ำได้ โดยต้องมีการดื่มน้ำหลังการดื่ม แอกอฮอล์ทุกครั้งประมาณ 240 ซีซี การดื่มน้ำได้มีการแนะนำให้ดื่มตามน้ำหนักตัว โดยปริมาณที่แนะนำได้คิดจากการเคลื่อนไหวและออกกำลังกายมากกว่า 60 นาที ดังนั้นถ้ามีการเคลื่อนไหวมากกว่านี้ก็ควรเพิ่มการดื่มน้ำตามน้ำหนักตัวต่อหนึ่งวัน

การดื่มน้ำให้เพียงพอของนักกีฬาในระหว่างที่มีการออกกำลังกายและมีการปรับให้เหมาะสมกับความต้องการในทุกช่วงการแข่งขัน เช่น การดื่มน้ำก่อนการแข่งขัน ระหว่างและหลังการออกกำลังกาย การช่วยนักกีฬารับเครื่องดื่ม ให้เหมาะสมกับชนิดและพลังงานให้เพียงพอ กับที่ใช้ในระหว่างการออกกำลังกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงมากที่อาจต้องใช้เครื่องดื่มทางกีฬา ในการที่จะทดแทนคาร์โบไฮเดรตและอิเล็กโทรไลต์ ในระหว่างการออกกำลังกาย เพื่อรักษาสมดุลพลังงาน สำหรับกล้ามเนื้อและการช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดและกลไก ในการกระหายน้ำเพื่อลดความเสี่ยงของการขาดน้ำ การขาดน้ำจะทำให้สมรรถภาพของร่างกายลดลง โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเหนื่อยเร็วขึ้นซึ่งไม่ส่งผลดีต่อนักกีฬา

ก่อนการฝึกและแข่งขันนักกีฬาควรมีการทดแทนน้ำตั้งแต่เริ่มในการออกกำลังกายหรือก่อนการแข่งขัน 24 ชั่วโมง สมาคมกีฬาเวชศาสตร์ของอเมริกา และสมาคมผู้ฝึกสอนในอเมริกา ระบุว่าต้องมีการดื่มน้ำ 400 - 600 มิลลิลิตร ในเวลา 2 - 3 ชั่วโมงก่อนออกกำลังกาย โดยเฉพาะในการฝึกมักเกิดการขาดน้ำสูงสุดจากการที่ร่างกายพยายาม

รักษาสภาพสมดุลไว้ โดยการดื่มน้ำจะทำให้มีเวลาพอที่ร่างกายจะเพิ่มระดับน้ำในร่างกาย และมีการขับออกจากการสร้างปัสสาวะก่อนการแข่งขัน ระหว่างการฝึกและแข่งขันนักกีฬา จะมีการดื่มน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำให้สมดุล เช่น การขาดน้ำจะส่งผลกับการลดลงของสมรรถภาพทางกาย เมื่อไม่สามารถรักษาระดับน้ำที่สมดุลไว้ได้จะแสดงภาวะไม่เพียงพอในการรักษา สภาพปกติของร่างกาย เช่น เวียนศีรษะ การลดสมรรถภาพของออกซิเจนของกล้ามเนื้อ โดยน้ำที่ควรดื่มให้เพียงพอ คือ 150-350 มิลลิลิตร (6-12 ออนซ์) และควรดื่มน้ำทุก 15-20 นาที โดยเริ่มตั้งแต่มีการแข่งขัน (Burke and McCoy, 1995)

เครื่องดื่มที่ใช้ในการทดแทนน้ำเมื่อออกกำลังกายยาวนาน คือ สารอาหารคาร์โบไฮเดรต หรือน้ำตาลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4-8 จึงจะเพียงพอในการรักษาระดับของไกลโคเจนของกล้ามเนื้อ เมื่อมีความหนักของการออกกำลังกายมากและเวลาที่ใช้อย่างยาวนานมากกว่า 6 ชั่วโมง โดยเครื่องดื่มที่ผสมน้ำตาลสามารถทดแทนการขาดน้ำในระหว่างของการออกกำลังกายที่ นานมากกว่า 1 ชั่วโมง โดยมีการทดแทนน้ำที่เพียงพอกับความ ต้องการและมีผลทางสรีรวิทยาบ้าง

การทดแทนสารอิเล็กโทรไลต์ในระหว่างของการออกกำลังกาย โดยใช้เวลาที่ไม่นานเกินไป เช่น น้อยกว่า 3-4 ชั่วโมง จะพบว่าปริมาณของโซเดียม (Sodium) เพียงพอจากมื้ออาหาร ที่เพิ่งจะรับประทาน โดยปริมาณโซเดียมที่ต้องการอยู่ในช่วง 0.5-0.7 กรัมต่อลิตร และต้อง มีการทดแทนในระหว่างของการออกกำลังกายที่ยาวนานกว่า 1 ชั่วโมง เพราะโซเดียมจะทำให้ เกิดความต้องการดื่มน้ำมากขึ้น ดังนั้นควรต้องมีการสังเกตและจดบันทึกปริมาณของเกลือ โซเดียมในเครื่องดื่มที่วางขายด้วย เพื่อช่วยป้องกันการเกิดภาวะร่างกายขาดโซเดียม ถ้านักกีฬามีการดื่มน้ำมากกว่าการสูญเสียเหงื่อไปร่างกายก็จะขับน้ำออกเป็นปัสสาวะ บางคน เก็บไว้ได้นานถ้ามีส่วนประกอบของโซเดียม ซึ่งช่วยป้องกันการลดระดับซีรัมโซเดียมในเลือด สามารถช่วยลดภาวะเสี่ยงของการเกิดโซเดียมต่ำ เช่น การจำกัดปริมาณน้ำดื่มจะไม่สามารถ จำกัดการหลังเหงื่อได้ เพราะความพิทของร่างกาย การปรับตัวจากการฝึก เวลาในการฝึก สภาพอากาศ ล้วนมีผลต่อการเก็บและการกำจัดโซเดียม ดังนั้นจึงเสี่ยงต่อภาวะโซเดียมไม่ สมดุลได้

หลังการออกกำลังกาย ส่วนมากนักกีฬาดื่มน้ำทดแทนไม่เพียงพอ ดังนั้นในระหว่าง การออกกำลังกายควรมีการดื่มน้ำทดแทนด้วย เพื่อรักษาระดับของเหลวในร่างกายให้สมดุล เนื่องจากช่วงเวลาในการออกกำลังกายที่ยาวนานมากขึ้น จะทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำยาวนาน มากขึ้นด้วย การดื่มน้ำมากจำนวน 150 % ของน้ำหนักตัวที่สูญเสียไประหว่างการออกกำลังกาย มีความสำคัญกับการควบคุมการหลังเหงื่อและการสร้างปัสสาวะ จากปัจจัยของการมีสาร โซเดียมเพียงพอหรือจากปริมาณของเหลวที่ดื่มหลังจากออกกำลังกาย การนำสารสำคัญ เช่น โซเดียมกลับเข้าสู่ร่างกายเพื่อขับปัสสาวะและมีปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไปเป็นปัจจัยหลัก ปริมาณความเข้มข้นของสารโซเดียม จะช่วยในการดูน้ำกลับ โดยกระบวนการรักษาระดับ ความเข้มข้นของพลาสมา และจากอาการกระหายน้ำ

การฟื้นฟูสภาพหลังการฝึกและแข่งขัน

การได้รับพลังงานจากอาหารและสารอาหารน้อยกว่าการใช้ฝึกซ้อมและแข่งขัน มักเกิดขึ้นในช่วงการฟื้นฟูสภาพของพลังงาน (Recovery of energy) จะล่าช้าส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย น้ำหนักลดลง อ่อนเพลีย การเพิ่มปริมาณของกรดแลคติกและการเกิดการเมื่อยล้าทั้งระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท การเกิดแลคเตทจากการเกิดการเผาผลาญแบบแอนแอโรบิก

ในขณะที่พักและออกกำลังกายแบบปานกลางแลคเตทจะเกิดได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ ผลจากกระบวนการเผาผลาญของเม็ดเลือดแดงที่ไม่มีไมโทคอนเดรีย และข้อจำกัดของเอนไซม์ในกล้ามเนื้อที่มีความจุพลังงานแบบไกลโคไลติกสูง การเกิดของแลคเตทจึงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาของกล้ามเนื้อที่มีการทำงานหรือหัวใจสำคัญ คือ แลคเตทไม่มีการสะสมจะสลายไปเท่ากับกระบวนการสร้างในนักกีฬาที่ฝึกแบบอดทนจะมีการกำจัดแลคเตทหรือการนำกลับมาใช้ได้ในช่วงออกกำลังกาย จากการมีออกซิเจนเพียงพอสามารถทำให้มีการเผาผลาญพลังงานสมบูรณ์ โดยอิเล็กตรอนไฮโดรเจนจะหลุดออกจากสารตั้งต้นและพาไปโดย NADH ออกซิไดซ์ในไมโทคอนเดรีย เพื่อกลายเป็นน้ำเมื่อรวมกับออกซิเจน (Astrand, Rodahl, Dahl, and Stromme, 2003) ในกระบวนการทางเคมีเมื่อมีภาวะคงที่ โดยอัตราโมเลกุลของไฮโดรเจนมีการเคลื่อนที่เท่าเดิม ทำให้เกิดออกซิไดซ์ โดยเรียกว่า เป็นไกลโคไลซิสโดยมีไพรูเวทเป็นส่วนสุดท้ายที่เหลือ

เมื่อออกกำลังกายแบบหนักพลังงานต้องการออกซิเจนสำรองในอัตราที่ใช้ กระบวนการหายใจไม่สามารถส่งผ่านไฮโดรเจนได้เพื่อให้กับ NADH การทำงานแบบแอโรบิกในกระบวนการไกลโคไลซิสต้องการ NAD^+ เพื่อออกซิไดซ์ 3-phosphoglyceraldehyde ทำให้เกิดอัตราไกลโคไลซิสแบบรวดเร็ว ในระหว่างไกลโคไลซิสแบบแอนแอโรบิก NAD^+ ไฮโดรเจนจะไม่ได้ออกซิไดซ์จึงไปรวมกับไพรูเวทเพื่อเปลี่ยนเป็นรูปของแลคเตท เมื่อเกิดแลคเตทขึ้นต้องมีการเพิ่มอีก 1 ขั้นตอน คือ การสลายโดยกระบวนการ lactate dehydrogenase ที่เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับได้

การเก็บไฮโดรเจนชั่วคราวของไพรูเวท เป็นลักษณะเฉพาะของกระบวนการเผาผลาญ เนื่องจากต้องเก็บไว้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายของระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส เมื่อแลคเตทเกิดในกล้ามเนื้อจะถูกแพร่เข้าสู่ส่วน Interstitial space และระบบบัพเฟอริในเลือดและถูกกำจัดออกจากการเผาผลาญพลังงาน ในทางเดียวกันกับไกลโคไลซิส ต้องเก็บพลังงานสำรองสำหรับพลังงานแบบแอนแอโรบิกเพื่อนำ ATP กลับมาใช้อีก เส้นทางนี้มีพลังงานมากชั่วคราวเนื่องจากแลคเตทในเลือดและแลคเตทในกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้กระบวนการนำ ATP กลับมาใช้จะล้มเหลว การเกิดการเมื่อยล้าจึงถูกจัดขึ้นในขณะออกกำลังกายหรือเมื่อออกกำลังกายเสร็จสิ้นแล้ว การเพิ่มความเป็นกรดในเซลล์จะรบกวนระบบแอนแอโรบิก จึงมีการเมื่อยล้าโดยการทำงานที่ไม่สมบูรณ์ของเอนไซม์ แต่การที่มีความเป็นกรดมากขึ้นไม่สามารถอธิบายได้ถึงการใช้ความจุในการออกกำลังกายแบบหนักเพียงอย่างเดียว

ปริมาณกรดแลคติกเกิดมากในระบบแอนแอโรบิกเนื่องจากการสร้าง การกระจาย และการสลายตัว กรดแลคติกจะเพิ่มจากค่าปกติประมาณ 2-3 เท่า ของการออกกำลังกายแอโรบิก

เช่น การวิ่งมาราธอนประมาณ 3 ชั่วโมง การสลายกรดแลคติกที่ดีต้องมีการออกกำลังกาย ในช่วงพักในแบบเบาในผู้ที่ไม่ได้ฝึก ถ้าผู้ที่มีการฝึกควรออกกำลังกายแบบปานกลางจึงทำให้ ระดับของกรดแลคติก ลดลงได้เร็วขึ้น ซึ่งกรดแลคติกสามารถกำจัดได้โดยปัสสาวะ เหงื่อ หรือการกลับไปเป็นกลูโคส ไกลโคเจนหรือโปรตีนเล็กน้อย หรือเข้าสู่ออกซิเดชันเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ ATP เมื่อร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานในระหว่างการ ออกกำลังกายในระบบแอนแอโรบิก เพิ่มขึ้นฮอร์โมนในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง

การเคลื่อนไหวของร่างกาย เมื่อมีการออกกำลังกายและเล่นกีฬาทำให้เกิดการขนส่ง พลังงานและออกซิเจนของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยในขณะที่พัก อัตราการไหลเวียนเลือด ในกล้ามเนื้อจะอยู่ประมาณ 20 - 30 กรัมต่อกล้ามเนื้อ 1 กิโลกรัม และความเข้มข้นของ หลอดเลือดจะอยู่ประมาณ 100 ซีซี ต่อตารางมิลลิเมตร (mm²) โดยเมื่อออกกำลังกายจะเกิด กระบวนการเพิ่มการทำงานของระบบซิมพัทิก หลอดเลือดที่อยู่ในกล้ามเนื้อที่ทำงานจะ ขยายตัวและความหนาแน่นของหลอดเลือดฝอยจะเพิ่มมากขึ้นถึง 5 เท่า เมื่อเทียบกับระยะที่ กล้ามเนื้อมีการพัก

ดังนั้น โภชนาการเพื่อการฝึกและการแข่งขันกีฬา จึงเป็นส่วนสำคัญในการสร้าง ศักยภาพทางด้านสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมกับวัย เพศและกีฬา ในการมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ทางด้านการกีฬา จึงต้องพัฒนาและสร้างความสมบูรณ์แบบทางด้านสุขภาพ ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อคงไว้ซึ่งความสมดุลในด้านสมรรถภาพทางสุขภาพและสมรรถภาพทางการกีฬาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนาปนนท์ และ วิบูลย์ รัตนาปนนท์ .(2537) **โภชนศาสตร์เบื้องต้น**.
กรุงเทพฯ โอเอส พรินติ้ง เฮาส์ .
- ประทุม ม่วงมี. (2527). **รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา**.
กรุงเทพฯ : บูรพาสาส์น.
- ประทุม ม่วงมี. (2558). **การปรับตัวทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. เอกสารประกอบการสอน (Adaptive Exercise Physiology).
- พิชิต ภูติจันทร์ .(2530) **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- สถาบันวิจัยโภชนาการ. (2543). **อาหารและโภชนาการสำคัญในการพัฒนา**. กรุงเทพฯ.
สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศัลยา คงสมบูรณ์เวช (2545). **กระแสน้ำหนักร่างกาย**; การอบรมนักกำหนดอาหาร:
การรับรองคุณภาพ โรงพยาบาลและงานโภชนาการ. ชมรมนักกำหนดอาหาร
สุกัญญา เจริญวัฒนะ. (2547). **สภาพโภชนาการนักกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีกีฬา**. 4 (1- 2); 81-92.

- สุกัญญา เจริญวัฒน์. (2551) ผลของแคลเซียมซึ่งต่อระบบการเผาผลาญไขมันที่ ค่าเฉลี่ยส่วน การหายใจและการใช้ออกซิเจนสูงสุด. **วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา**. 4(1), มกราคม - มิถุนายน.
- Astrand, P. O. Rodahl, K., Dahl, H. A. and Stromme, S. B. (2003). **Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise** (4th edition), Champaign, Ill., Human Kinetics.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P. & Bald, K.M. (1999) **Exercise Physiology**. 3rd USA: McGraw Hill
- Burke, L., & McCoy, M. (1995). **The Complete guide to food for sports performance** 2nd Australia: Print Group.
- Charoenwattana, S. and sareepan, M. (2010) Energy intake and percent body fat in professional soccer players during mid-season. **Icses international conference on sports and exercise science**. 11-14 dec.
- Gibson, R. S. (1990). **Principles of nutritional assessment**. New York: Oxford University Press.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J. and Deschenes, M. R. (2012). **Exercise Physiology: Integrating Theory and Application**. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins.
- Mahan, K. & Escott-Stump, S. (2000). **Krause's Food, Nutrition & Diet Therapy**. USA: WB.sanders.
- McArdle, W.D., Katch, F.L., & Katch, V.L. (2007). **Essentials of Exercise Physiology**. 6th Lippincott: William & Wilkins.
- Wilmore, J. H. and Costill, D. L. (2004). **Physiology of Sport and Exercise**. 3rd, Champaign, Ill.: Human Kinetics.