ผลของความหนักของการออกกำลังกายต่อการบริโภคอาหาร

สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของบทความวิชาการนี้คือ อภิปรายการควบคุมการบริโภคอาหาร วิธีการวัดปริมาณอาหารที่บริโภค รวมทั้งผลของการออกกำลังกายเพียงครั้งเดียวต่อการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกาย พฤติกรรมการบริโภคอาหารมีอิทธิพลมาจากปัจจัยหลายประการทั้งภายในและภายนอกร่างกาย การออกกำลังกายทำให้เพิ่มการใช้พลังงานโดยตรงและการออกกำลังกายอาจจะส่งผลต่อการบริโภคอาหารความรู้สึกหิวและอิ่มโดยการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหารภายในร่างกาย

การบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายขึ้นกับ ความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลาในการออกกำลังกาย พลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย ภาวะโภชนาการก่อนการออกกำลังกาย รวมทั้งความแตกต่างในการตอบสนองต่อการออกกำลังกายของแต่ละบุคคล จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางและที่ระดับความหนักสูงไม่แตกต่างกัน เป็นที่น่าสนใจว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงภายหลังการงดอาหารส่งผลให้เกิดการยับยั้งฮอร์โมนที่กระตุ้นความหิว เช่น acylated ghrelin และความรู้สึกหิว ในขณะที่การออกกำลังกายภายหลังการบริโภคอาหารที่ความหนักระดับปานกลางและสูงส่งผลให้ฮอร์โมนที่กระตุ้นความอิ่ม เช่น ฮอร์โมน peptide YY มีค่าเพิ่มขึ้น

การออกกำลังกายหนึ่งครั้งที่ระดับปานกลางไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกาย ส่วนการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงส่งผลทำให้เกิดการยับยั้งความรู้สึกหิวและฮอร์โมนที่กระตุ้นความหิวและเพิ่มการหลั่งของฮอร์โมนที่กระตุ้นความอิ่ม การออกกำลังกายภายหลังการงดอาหารส่งผลทำให้ยับยั้งฮอร์โมนหิวในขณะที่การบริโภคอาหารก่อนการออกกำลังกายส่งผลให้เพิ่มฮอร์โมนอิ่ม

คำสำคัญ: การบริโภคอาหาร / ความรู้สึกหิว / การออกกำลังกาย / ฮอร์โมน

IMPACT OF EXERCISE INTENSITY ON FOOD INTAKE

Supaporn Silalertdetkul
Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

Abstract

The purpose of this article was to discuss the regulation, measurement of food intake and the effect of a single bout exercise on food intake. There are several factors that influence energy intake not only external but also internal factors. Exercise increases energy expenditure directly and may, therefore, impact upon post exercise food intake and appetite by changing hormones that influence on food intake.

Post exercise food intake depends on exercise intensity, duration, energy expenditure during exercise, nutritional status as well as inter-individual response to exercise. Several research found that there was no difference in post food intake following high and moderate intensity exercise. Interestingly, high intensity exercise after an overnight fast induce suppressed circulating hunger hormones such as acylated ghrelin and the subjective feeling of hunger while circulating fullness hormones like peptide YY was increase following moderate and high intensity exercise after eating.

It appears that there was no change in food intake after a single bout exercise at moderate and high intensity exercise. Moreover, high intensity exercise induced suppression of the subjective feelings of hunger, hunger hormones as well as increased fullness hormones. Exercise after an overnight fast induce suppressed hunger hormone while exercise after fed induce increased fullness hormone.

Key Words: Energy intake / Appetite / Exercise / Hormones

บทนำ (Introduction)

โรคอ้วน (Obesity) และน้ำหนักเกิน (Overweight) ถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา ในประเทศไทยพบว่า มีคนที่เป็นโรคอ้วนและน้ำหนักเกินเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี โรคอ้วนและน้ำหนักเกินมีความสัมพันธ์กับโรคต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ โรคความดัน โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคข้อเสื่อม (Haslam and James, 2005) ดังนั้นการป้องกันโรคอ้วนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งเพราะนอกจากจะป้องกันโรคอ้วนแล้วยังป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วนอีกด้วย

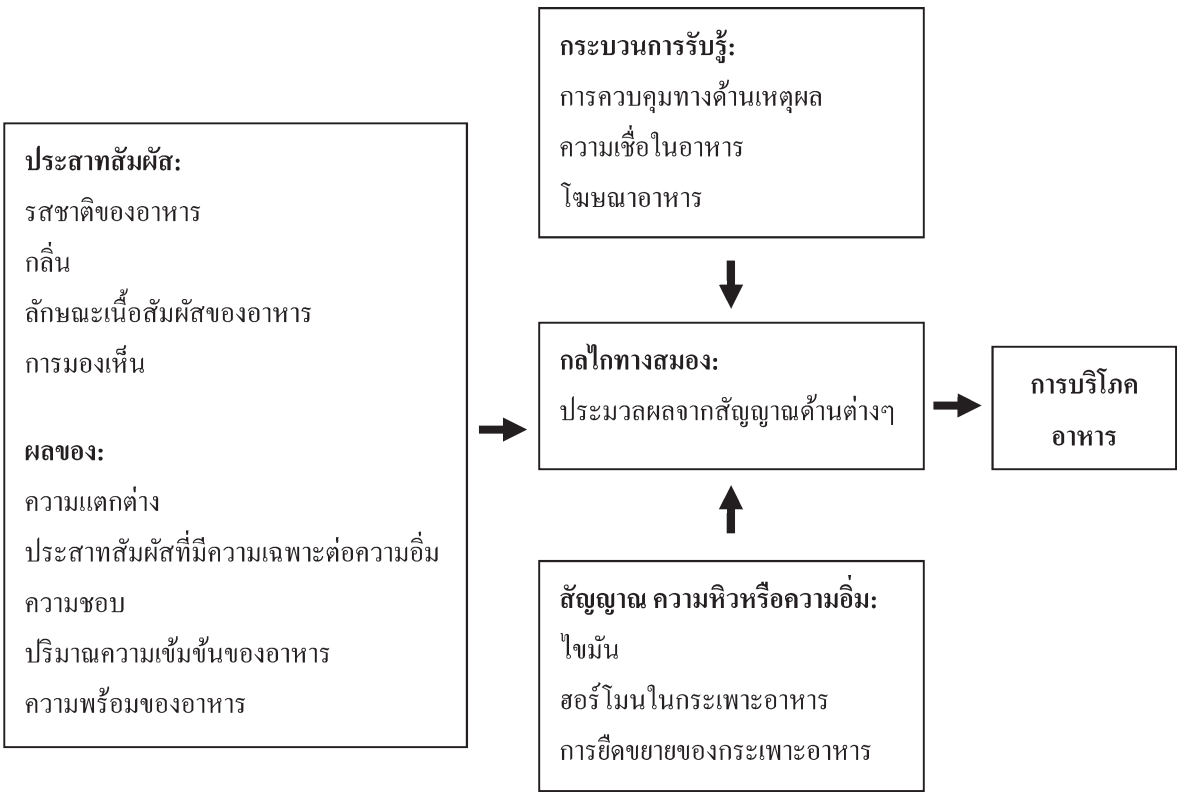
สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอ้วนและภาวะน้ำหนักเกินคือความไม่สมดุลของการบริโภคอาหารและการใช้พลังงานของร่างกาย (Energy imbalance) การบริโภคอาหารที่มากเกินไปและการใช้พลังงานที่น้อยเกินไป เช่น การไม่ออกกำลังกาย เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกิน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวิธีการควบคุมน้ำหนักหรือลดความอ้วน คือ การลดอาหารที่บริโภคและการเพิ่มการใช้พลังงาน เช่น การออกกำลังกาย (Martin et al., 2008) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การออกกำลังกายทำให้ประสบความสำเร็จในการลดน้ำหนักได้ในระดับความหนักปานกลาง (Shaw et al., 2006) อย่างไรก็ตามพบว่ามีเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ของอาสาสมัครที่สามารถรักษาระดับน้ำหนักให้คงที่ได้เมื่อเข้าโปรแกรมการลดน้ำหนักในระยะยาว (Unick et al., 2009) จะเห็นได้ว่าภาวะน้ำหนักเกินยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญและเพื่อให้เข้าใจขบวนการต่างๆ ในร่างกายเพื่อเป็นแนวทางที่สำคัญในการป้องกันโรคอ้วนและโรคที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วน ดังนั้นงานวิจัยทางด้านสรีรวิทยาเกี่ยวกับความสมดุลพลังงานในร่างกาย การออกกำลังกาย พฤติกรรมการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกาย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

การควบคุมการบริโภคอาหาร (Regulation of food intake)

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร เป็นเรื่องที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยทั่วไปแล้วจะเกิดจากทำงานร่วมกันระหว่างปัจจัยทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา โดยสิ่งแวดล้อมภายนอก สังคม และวัฒนธรรมจะมีอิทธิพลต่อการเลือกสารอาหารที่บริโภค (Martin et al., 2008) การบริโภคอาหาร มีอิทธิพลมาจากปัจจัยหลายประการ (รูปที่ 1) ดังต่อไปนี้คือ ปัจจัยด้านประสาทสัมผัส (Sensory factors) เช่น รสชาติของอาหาร กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร การมองเห็น ปัจจัยด้านกระบวนการรับรู้ (Cognitive factors) เช่น การควบคุมทางด้านเหตุผล ความเชื่อในอาหาร การโฆษณาอาหาร ผลของความแตกต่าง (Varieties) ประสาทสัมผัสที่เฉพาะต่อความอิ่ม (Sensory-specific satiety) ความชอบ (Palatability) ความเข้มข้นของอาหาร (Food concentration) ความพร้อมของอาหาร (Ready availability) รวมทั้งสัญญาณความรู้สึกหิวและความอิ่มจากร่างกาย (Hunger and satiety signals) เช่น จากไขมันในร่างกาย ฮอร์โมนในกระเพาะอาหาร รวมทั้งการยืดขยายของกระเพาะอาหาร ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาเหล่านี้จะส่งไปประมวลผลที่สมองและมีผลต่อการควบคุมการบริโภคอาหาร (Rolls, 2007)

การควบคุมการบริโภคอาหารในร่างกายมี 2 ระยะ คือ (รูปที่ 2) การควบคุมการบริโภคอาหารในระยะสั้น (Short term regulation) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการป้องกันการบริโภคอาหารที่มากเกินไปในแต่ละมื้อของอาหารที่บริโภคเข้าไป โดยการกำหนดปริมาณอาหารที่บริโภคขึ้นอยู่กับ ปริมาณของอาหาร ส่วนประกอบของพลังงานในอาหาร รวมทั้งระยะเวลาในการบริโภคอาหาร การยืดขยายของกระเพาะอาหาร รวมทั้งฮอร์โมนที่หลั่งจากบริเวณกระเพาะอาหาร เมื่อร่างกาย

บริโภคอาหารเข้าไปแล้ว สัญญาณจากท่อทางเดินอาหารและกระเพาะอาหาร จะส่งสัญญาณผ่านสารสื่อประสาทไปที่สมองส่วน hypothalamus เพื่อกระตุ้นทำให้เกิดความอิ่ม ส่วนการควบคุมการบริโภคอาหารในระยะยาว (Long term regulation) เป็นไปเพื่อรักษาระดับปริมาณของพลังงานที่สะสมภายในร่างกาย เช่น ปริมาณของไขมันในร่างกาย (Stanley et al., 2005; Konturek et al., 2005)



รูปที่ 1 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัส กระบวนการรับรู้ สัญญาณความหิวหรืออิ่มที่มีผลต่อการควบคุมการบริโภคอาหาร (Rolls, 2007)

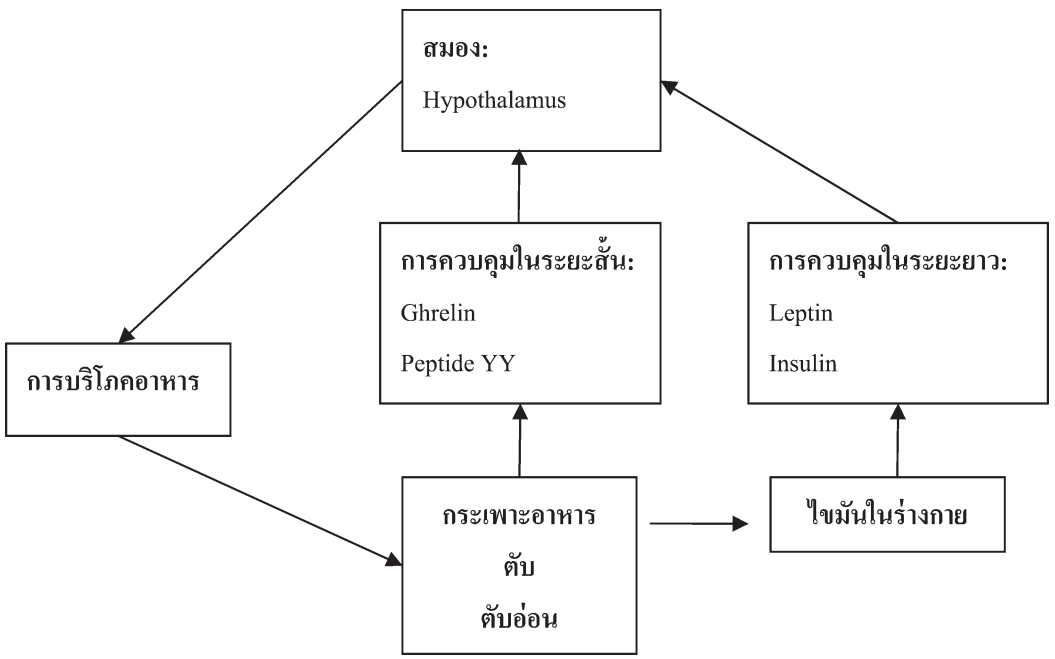
มีฮอร์โมนหลายชนิดในร่างกายที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหาร เช่น ฮอร์โมน ghrelin ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากเซลล์ในกระเพาะอาหารและส่งสัญญาณไปที่สมองส่วน hypothalamus ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน ghrelin นี้จะเพิ่มมากขึ้นเป็นสองเท่ามากกว่าภาวะปกติก่อนการบริโภคอาหารและจะมีค่าลดลงจนเข้าสู่ระดับปกติเมื่อบริโภคอาหารเข้าไปแล้วประมาณ 60 นาที มีงานวิจัยในคนพบว่าการฉีดฮอร์โมน ghrelin เข้าไปในกระแสเลือดส่งผลทำให้เพิ่มปริมาณอาหารที่บริโภคจากภาวะปกติร้อยละ 30 และยังทำให้เพิ่มความรู้สึกหิว นอกจากนี้ยังพบว่า ฮอร์โมน ghrelin ยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณของอาหารที่บริโภคอีกด้วย (Stanley et al., 2005; Konturek et al., 2005)

ฮอร์โมน peptide YY(PYY) เป็นฮอร์โมนที่หลั่งจากทางเดินอาหาร เช่น ลำไส้เล็กส่วนปลายและ

ลำไส้ใหญ่ ฮอร์โมน PYY มีค่ามากขึ้นภายหลังจากการบริโภคอาหารและยังคงมีระดับเพิ่มขึ้นไปนานถึง 6 ชั่วโมง ภายหลังจากการบริโภคอาหาร ระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของฮอร์โมนนี้หลังจากบริโภคอาหารนี้จะมีผลทำให้ส่งสัญญาณไปที่สมองส่วน hypothalamus ทำให้ร่างกายรู้สึกอิ่มและจะส่งผลทำให้เกิดการยับยั้งการบริโภคอาหาร (Stanley et al., 2005; Konturek et al., 2005) นอกจากนี้ยังพบว่าการฉีดฮอร์โมน PYY3-36 ซึ่งเป็นอีกรูปหนึ่งของฮอร์โมน PYY มีส่วนทำให้ปริมาณการบริโภคอาหารลดลงในคนอ้วนและคนน้ำหนักน้อย และยังทำให้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน ghrelin ลดลงอีกด้วย (Batterham et al., 2003)

ฮอร์โมน leptin เป็นฮอร์โมนหลั่งจากเซลล์ไขมันเป็นหลัก ปริมาณความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของฮอร์โมน leptin จะส่งสัญญาณไปที่สมองส่วน hypothalamus เพื่อกระตุ้นการใช้พลังงานและยับยั้งการบริโภคอาหารในระยะยาวของร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่าฮอร์โมน leptin ยังมีส่วนทำให้ขบวนการเผาผลาญของไขมันมีค่ามากขึ้น (Sandoval and Davis, 2003; Bouassida, 2005)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ฮอร์โมน ghrelin เป็นฮอร์โมนที่หลั่งจากกระเพาะอาหารและเป็นตัวอย่างของฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหารในระยะสั้น ในขณะที่ฮอร์โมน leptin เป็นฮอร์โมนที่หลั่งจากไขมันและเป็นตัวอย่างของฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหารในระยะยาว (Konturek et al., 2005)



รูปที่ 2 ภาพแสดงการควบคุมการบริโภคอาหารในระยะสั้นและระยะยาว (Konturek et al., 2005)

วิธีการวัดอาหารที่บริโภค (Measurement of food intake)

การประเมินปริมาณอาหารที่บริโภคสามารถประเมินได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้ (Rutishauser, 2005; Hollis et al., 2005; Gibson, 2005;Mattes et al., 2005)

- การบันทึกอาหารที่บริโภคไปแล้วภายใน 24 ชั่วโมง (24 hour recall) วิธีดังกล่าวนี้เป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถใช้ประเมินในประชากรที่มีจำนวนมาก แต่ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือ ความจำของผู้บันทึก ซึ่งถ้าผู้บันทึกไม่สามารถจำอาหารที่บริโภคได้ถูกต้อง อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาดได้

- แบบสอบถามความถี่ของการบริโภคอาหาร (Food frequency questionnaire) เป็นวิธีการประเมินความถี่ของการบริโภคอาหารจากข้อมูลของลักษณะและหมวดอาหารที่ให้ไว้ในแบบสอบถาม ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวนี้สามารถประเมินรูปแบบการบริโภคอาหารที่บริโภคเข้าไปได้ แต่ไม่มีข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับอาหารที่บริโภค

- การบันทึกน้ำหนัก (Weight record) ของอาหารและเครื่องดื่ม วิธีการเตรียมอาหาร รวมทั้งเวลาที่บริโภคอาหาร วิธีการนี้ถือว่าเป็นวิธีการประเมินการบริโภคอาหารที่มีความถูกต้องได้ในระดับหนึ่ง โดยมีข้อจำกัดคืออาจจะมีความคลาดเคลื่อนในรูปแบบของการบริโภคอาหารในแต่ละวันได้ เช่น ผู้บันทึกอาจทำให้การบันทึกง่ายขึ้นโดยการบริโภคอาหารเหมือนกันทุกวัน

- การวิเคราะห์สารอาหารที่บริโภค (Analysis of food consumed) เช่น การเก็บตัวอย่างซ้ำของสารอาหารที่บริโภคทุกชนิด (Collect duplicate of all food) การเก็บตัวอย่าง (Collect sample of food) การเก็บอาหารที่บริโภคทุกชนิดนี้ถือเป็นวิธีที่ดีแต่มีข้อเสียคือสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

- ตัวแปรทางชีวภาพของพลังงานและอาหารที่บริโภค (Marker of energy and food intake) การวิเคราะห์ไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะสามารถนำมาคาดคะเนปริมาณของโปรตีนที่บริโภคเข้าไปในแต่ละวันได้ ส่วนการวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ (Doubly labeled water method) ในแต่ละวันสามารถนำมาคาดคะเนปริมาณอาหารที่บริโภคในแต่ละวันได้

- ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนหิวหรืออิ่ม (Hunger and fullness hormone concentrations) เช่น ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่มีผลต่อความหิว เช่น ฮอร์โมน ghrelin ฮอร์โมนที่มีผลต่อความอิ่ม เช่น ฮอร์โมน leptin ฮอร์โมน peptide YY ฮอร์โมน cholecystkinin ฮอร์โมน pancreatic polypeptide และ glucagon like peptide สามารถใช้ประเมินความเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย

- ความรู้สึกหิวหรืออิ่ม (Subjective feelings of hunger and fullness) นอกจากการประเมินปริมาณอาหารที่บริโภคเข้าไปแล้ว ยังสามารถประเมินความรู้สึกหิวหรืออิ่มโดยใช้แบบสอบถาม เช่น Visual analogue scale (VAS) ซึ่งประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความหิวและความอิ่มดังต่อไปนี้ คุณรู้สึกหิวอย่างไร คุณรู้สึกอิ่มอย่างไร VAS จะเป็นเส้นยาวตรงมีความยาวประมาณ 100 มิลลิเมตร ผู้บันทึกสามารถประเมินความรู้สึกหิวหรืออิ่มของตนเองได้โดยการขีดบนเส้นดังกล่าว

จะเห็นได้ว่ามีวิธีการหลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินอาหารที่บริโภคและแต่ละวิธีมีความแตกต่างกันในด้าน ค่าใช้จ่าย เวลาที่ใช้ ความถูกต้องและความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล วัตถุประสงค์ของการประเมิน วิธีการประเมินอาหารที่บริโภคโดยการบันทึกน้ำหนักและขั้นตอนการเตรียมอาหารถือว่าเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ หลังจากจดบันทึกอาหารที่บริโภคแล้วสามารถนำไป

วิเคราะห์ปริมาณอาหารที่บริโภคได้ ซึ่งจะให้ผลในด้านสัดส่วนของอาหารแต่ละชนิดว่ามีค่าปริมาณเท่าใด

การบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายหนึ่งครั้ง (Food intake following a single bout of exercise)

การออกกำลังกายทำให้เพิ่มการใช้พลังงาน เพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย อุณหภูมิในร่างกายเพิ่มขึ้น ฮอร์โมนในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง หลอดเลือดที่ไปยังกล้ามเนื้อมีการขยายตัวส่งผลให้เพิ่มการไหลเวียนของกระแสโลหิตไปยังกล้ามเนื้อ ในทางตรงกันข้ามการออกกำลังกายส่งผลทำให้หลอดเลือดที่ไปยังอวัยวะภายในและกระเพาะอาหารมีการหดตัว ส่งผลทำให้กระแสเลือดที่ไปยังกระเพาะอาหารมีค่าลดลง (Plowman and Smith, 2008; Martin et al., 2008) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการตอบสนองของร่างกายภายหลังการออกกำลังกายอาจจะไปมีผลต่อฮอร์โมนที่ควบคุมความหิวหรืออิ่ม ปริมาณอาหารที่บริโภค รวมทั้งความรู้สึกหิวหรืออิ่ม

ผลของการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายยังไม่แน่ชัดว่าการออกกำลังกายเพียงหนึ่งครั้งส่งผลต่อการเพิ่มหรือลดปริมาณอาหารที่บริโภค ซึ่งการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายอาจจะมีความเกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Duration) ระดับความหนักของการออกกำลังกาย (Exercise intensity) พลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย (Energy expend during exercise) รวมทั้งภาวะก่อนการออกกำลังกาย (Nutritional status before exercise) และความแตกต่างของแต่ละบุคคล (Inter-individual differences) ร่วมด้วย

ความหนักของการออกกำลังกายและการบริโภคอาหาร (Exercise intensity and food intake)

การออกกำลังกายมีความหนักแตกต่างกัน เช่น ความหนักที่ระดับต่ำ (Low intensity exercise) ความหนักที่ระดับปานกลาง (Moderate intensity exercise) ความหนักที่ระดับสูง (High intensity exercise) ซึ่งความหนักที่แตกต่างกันนี้ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายที่แตกต่างกัน เช่น การเผาผลาญพลังงาน ระดับไขมัน ระดับน้ำตาล ระดับกรดแลกติก และความเข้มข้นของฮอร์โมนในกระแสเลือด (Pomerleau et al., 2004 ; King et al., 1994; Silalertdetkul, 2009) ดังนั้นการออกกำลังกายที่ความหนักแตกต่างกันอาจจะส่งผลทำให้ปริมาณอาหารที่บริโภคแตกต่างกัน

จากการรวบรวมงานวิจัยที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณอาหารที่บริโภคหลังการออกกำลังกายเพียงหนึ่งครั้งหรือการออกกำลังกายแบบเฉียบพลัน (A single bout of exercise or acute exercise) ที่ความหนักระดับปานกลางหรือที่ระดับความหนักประมาณ 40% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (40% Maximum oxygen consumption ; $\dot{V}O_2max$) พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณอาหารที่บริโภครวมทั้งการเลือกสารอาหารที่บริโภค เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และไวตามิน ภายหลังการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับขณะพัก (Pomerleau et al., 2004; Silalertdetkul, 2009) แต่อย่างไรก็ตามบางงานวิจัยพบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคหลังการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลางมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับขณะพัก (George and Morganstein, 2003) การที่งานวิจัยส่วนมากพบว่าการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นอาจจะเป็นข้อดีสำหรับบุคคลที่เริ่มต้น

ออกกำลังกายหรือต้องการลดน้ำหนัก เพราะนอกจากจะเพิ่มพลังงานที่ใช้ไปแล้วยังไม่ส่งผลทำให้เพิ่มการบริโภคอีกด้วย อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลระยะยาวของการออกกำลังกายในระดับนี้ยังคงต้องทำการศึกษาต่อไปเพื่อให้ทราบผลที่แน่ชัดมากยิ่งขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายเพียงครั้งเดียวที่ความหนักระดับสูงหรือที่ระดับความหนักประมาณ 70% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (70% $\dot{V}O_2$max) และขณะพัก (Resting) พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณอาหารที่บริโภคและการเลือกสารอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกาย (Erdmann et al., 2007; King et al., 1994; King and Blundell, 1995 ; Silalertdetkul, 2009) แต่อย่างไรก็ตามบางงานวิจัยพบว่า ปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงมีค่ามากกว่าขณะพัก (Pomerleau et al., 2004) ในขณะที่บางงานวิจัยพบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงมีค่าน้อยกว่าขณะพัก (Kissieff et al., 1990) จะเห็นได้ว่าผลของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงต่อการบริโภคอาหารยังไม่เป็นที่แน่ชัด แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ให้ข้อสังเกตว่า แม้ว่างานวิจัยส่วนมากจะพบว่าไม่มีความแตกต่างของอาหารที่บริโภคหลังการออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูง แต่พบว่าระยะเวลาในการเริ่มบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายที่ความหนักสูงมีการล้าช้ากว่าภาวะพัก (King et al., 1994; King and Blundell, 1995) อาจจะเป็นไปได้ว่าการออกกำลังกายในระดับนี้ส่งผลต่อร่างกาย เช่นการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกหิว จนกระทั่งทำให้เกิดการล้าช้าของการเริ่มบริโภคอาหาร

นอกจากนี้ยังพบว่าการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลของปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังออกกำลังกายเพียงครั้งเดียวที่ความหนักระดับสูงและที่ความหนักระดับปานกลางพบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงมีค่าน้อยกว่าหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง เมื่อพลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงมีค่ามากกว่าการออกกำลังกายที่ระดับปานกลาง (Kissieff et al., 1990) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อควบคุมให้พลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกายในทั้งสองระดับความหนักให้มีค่าเท่ากัน พบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายในระดับความหนักปานกลางและความหนักระดับสูงไม่มีความแตกต่างกัน (Pomerleau et al., 2004; Imbeault et al., 1997; Silalertdetkul, 2009) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพลังงานที่ใช้ขณะที่ออกกำลังกายจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งและอาจจะมีผลต่อการบริโภคอาหารหลังการออกกำลังกาย ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาวิจัยผลของการออกกำลังกายที่ความหนักแตกต่างกันต่อการบริโภคอาหาร เพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้มาจากความแตกต่างของความหนักของการออกกำลังกายไม่ได้มาจากการใช้พลังงานที่แตกต่างกันแต่อาจจะเกิดจากการใช้พลังงานที่แตกต่างกันขณะออกกำลังกาย

พลังงานที่ได้รับสัมพัทธ์ (Relative energy intake)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าพลังงานที่ใช้ขณะที่ออกกำลังกายมีผลต่อการบริโภคอาหารที่ความหนักที่แตกต่างกัน ดังนั้นการประเมินปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกาย ควรจะพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานที่ใช้ไปทั้งในขณะพักและขณะออกกำลังกาย รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายด้วย ดังสมการ พลังงานที่ได้รับสัมพัทธ์ (Relative energy intake)

พลังงานที่ได้รับสัมพัทธ์ = อาหารที่บริโภค-(พลังงานทั้งหมดที่ใช้ขณะที่มีการออกกำลังกาย-(เวลาที่ออกกำลังกาย x พลังงานที่ใช้ขณะพัก))

จากงานวิจัยที่เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายที่ความหนักแตกต่างกันต่อปริมาณอาหารที่บริโภค พบว่า การบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงและที่ระดับความหนักปานกลางมีค่าน้อยกว่าขณะพัก (Pomerleau et al., 2004; Imbeault et al., 1997; King et al., 1994; Silalertdetkul, 2009) นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงมีค่าน้อยกว่าที่ระดับความหนักปานกลางหรือที่ระดับความหนักต่ำ แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างของพลังงานที่ใช้ขณะที่มีการออกกำลังกายในแต่ละความหนัก (Imbeault et al., 1997; King et al., 1994)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความหนักของการออกกำลังกาย และการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง มีแนวโน้มจะยับยั้งการบริโภคอาหารมากกว่าการออกกำลังกายในระดับความหนักปานกลาง ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงอาจจะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนในร่างกายที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหารจนกระทั่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอาหารที่บริโภค

การออกกำลังกายกับฮอร์โมนหิวและอิ่ม (Exercise and hunger and fullness hormones)

เพื่อให้เข้าใจขบวนการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายให้มากยิ่งขึ้น เราจึงควรเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนหิวหรืออิ่ม ดังที่กล่าวมาแล้วว่ามีฮอร์โมนหลายชนิดที่มีอิทธิพลกับการบริโภคอาหารและสามารถแบ่งประเภทของฮอร์โมนดังกล่าวได้ 2 ประเภทคือ ฮอร์โมนหิว (Hunger hormones) ได้แก่ ฮอร์โมน ghrelin ฮอร์โมน neuropeptide Y และฮอร์โมนอิ่ม (Fullness hormones) ได้แก่ ฮอร์โมน leptin ฮอร์โมน pancreatic polypeptide (PP) ฮอร์โมน peptide YY (PYY) (Stanley et al., 2005; Konturek et al., 2005)

การออกกำลังที่ระดับความหนักสูง (70% $\dot{V}O_2$max) เช่น การวิ่ง หรือการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ประมาณ 60-80 นาที ภายหลังการงดอาหารและเครื่องดื่มอย่างน้อย 8-10 ชั่วโมง (Overnight fast) มีผลยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนหิว เช่น acylated ghrelin แต่ผลที่เกิดขึ้นเป็นเพียงชั่วคราวเท่านั้นคือประมาณ 1-2 ชั่วโมงภายหลังการออกกำลังกาย นอกจากนี้ยังพบว่าความรู้สึกหิวมีค่าลดลงในช่วงเวลาเดียวกัน (Broom et al., 2007; Broom et al.,2009; Silalertdetkul, 2009) อาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณของอาหารที่บริโภคอาจจะมีค่าลดลงถ้าเวลาที่บริโภคอาหารอยู่ในช่วงเวลาดังกล่าว

การออกกำลังกายภายหลังการบริโภคอาหารภายใน 1-2 ชั่วโมงส่งผลทำให้เพิ่มระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนอิ่ม เช่น PYY เมื่อเปรียบเทียบระดับความหนักของการออกกำลังกายพบว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง เช่น การวิ่งเป็นระยะเวลานานส่งผลทำให้เพิ่มการหลั่งของฮอร์โมน PYY มากกว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง นอกจากนี้ยังพบว่าการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงส่งผลให้เพิ่มการหลั่งของฮอร์โมนดังกล่าว (Broom et al., 2007; Broom et al., 2009; Silalertdetkul, 2009; Martin et al., 2007) ดังนั้นจะเห็นว่าระดับความหนักของการออกกำลังกาย ภาวะ

โภชนาการก่อนการออกกำลังกาย มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนหิวและอิ่ม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้อาจจะมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกหิวหรือความรู้สึกอิ่ม

ความรู้สึกหิวหลังการออกกำลังกาย (Subjective feeling of hunger following exercise)

นอกจากปริมาณอาหารที่บริโภคแล้วการประเมินความรู้สึกหิวหรือความรู้สึกอิ่มโดยใช้ แบบสอบถาม เช่น Visual analogue scale ถือว่าเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่งที่ใช้ในการประเมินความรู้สึกหิวหรืออิ่ม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกหิวหรืออิ่มนี้เองอาจจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนหิวหรืออิ่ม รวมทั้งปริมาณอาหารที่บริโภค

ความรู้สึกหิวมีค่าลดลงภายหลังจากออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง (70% $\dot{V}O_2$max) เช่น การวิ่งประมาณ 60 นาทีขึ้นไป แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกหิว เมื่อวิ่งเพียง 34 นาทีที่ระดับความหนักใกล้เคียงกัน (75% $\dot{V}O_2$max) และที่ระดับความหนักปานกลาง (Broom et al., 2007; Broom et al., 2009; Burns et al., 2007; Imbeault et al., 1997; Silalertdetkul, 2009) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความรู้สึกหิวมีความสัมพันธ์กับระดับความหนักของการออกกำลังกาย รวมทั้งระยะเวลาในการออกกำลังกาย ซึ่งระยะเวลาในการออกกำลังกายนี้อาจจะมีความสัมพันธ์กับพลังงานที่ใช้ขณะมีการออกกำลังกาย

แม้ว่าการลดลงของความรู้สึกหิวจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวแต่เป็นที่น่าสนใจว่า การลดลงของความรู้สึกหิวมีความสัมพันธ์กับการยับยั้งการหลั่งของฮอร์โมนหิว เช่น acylated ghrelin (Broom et al., 2007; Broom et al., 2009; Burns et al., 2007; Silalertdetkul, 2009) จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงส่งผลทำให้เกิดการยับยั้งความอยากอาหาร (Exercise induce anorexia) ซึ่งจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวเท่านั้น คือประมาณ 30-90 นาที และพบว่าจะหายไปก่อนที่จะเริ่มบริโภคอาหาร ซึ่งอาจจะเป็นเหตุผลว่าทำไมงานวิจัยโดยส่วนมากไม่พบความเปลี่ยนแปลงของปริมาณอาหารที่บริโภค รวมทั้งความสัมพันธ์ของปริมาณอาหารที่บริโภคและความอยากอาหารภายหลังการออกกำลังกายที่ความหนักดังกล่าว (Martin et al., 2007;Silalertdetkul, 2009)

ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Inter-individual differences)

บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันในด้านเพศ อายุ น้ำหนัก สมรรถภาพทางกาย รวมทั้งพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ดังนั้นการตอบสนองต่อการออกกำลังกายในแต่ละบุคคลอาจจะมีความแตกต่างกัน จากงานวิจัยที่ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อการบริโภคภายหลังการออกกำลังกายในกลุ่มคนอ้วนและคนไม่อ้วน พบว่าภายหลังการปั่นจักรยาน 2 ชั่วโมงที่ระดับความหนักร้อยละ 60% (60% $\dot{V}O_2$max) ภายหลังการงดอาหาร พบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการปั่นจักรยานในกลุ่มคนอ้วนและคนไม่อ้วนมีค่าลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันในปริมาณอาหารที่บริโภคในทั้งสองกลุ่ม (Westerterp-Plantenga et al., 1997) แต่เมื่อทั้งสองกลุ่มปั่นจักรยานที่ระดับความหนักปานกลาง (50% $\dot{V}O_2$max) ภายหลังการบริโภคอาหารพบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคหลังการปั่นจักรยานในกลุ่มคนอ้วนมีค่าน้อยกว่ากลุ่มคนที่ไม่อ้วนแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความรู้สึกหิวในงานวิจัยนี้ (Ueda et al., 2009a) ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณอาหารที่บริโภคอาจจะเกี่ยวข้องกับความหนักและภาวะก่อนการออกกำลังกายที่แตกต่างก่อนการออกกำลังกาย เช่น การงดอาหาร การบริโภคอาหารก่อนการออกกำลังกาย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักแตกต่างกันในกลุ่มคนอ้วนและคนที่ไม่อ้วน ภายหลังจากปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 90 วัตต์ และ30 วัตต์ เป็นระยะเวลาประมาณ 40 นาที พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณอาหารที่บริโภคในทั้งสองกลุ่มแม้ว่าปริมาณอาหารที่บริโภคในกลุ่มคนไม่อ้วนภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 90 วัตต์ จะมีค่าน้อยกว่าที่ระดับความหนักประมาณ 30 วัตต์ (Kissileff et al., 1990) งานวิจัยที่ศึกษาในคนสุขภาพดีทั่วไปและคนที่มีน้ำหนักตัวต่ำกว่าปกติพบว่าไม่มีความแตกต่างของอาหารที่บริโภคและความรู้สึกหิวภายหลังการออกกำลังกายเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการปั่นจักรยานและการวิ่งที่ระดับความหนักประมาณ 70% $\dot{V}O_2$max (King and Blundell, 1995) และเปรียบเทียบระหว่างหลังการปั่นจักรยานที่ระดับความหนักสูง (70% $\dot{V}O_2$max) และที่ระดับความหนักต่ำ (30% $\dot{V}O_2$max) (King et al., 1994)

ปริมาณอาหารที่บริโภคในกลุ่มคนที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ (Sedentary) และกลุ่มคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำ (Active) พบว่ามีความแตกต่างกันของแต่ละบุคคล งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ากลุ่มคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารชดเชยพลังงานที่สูญเสียจากการออกกำลังกายได้ดีกว่าบุคคลที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายจะมีพลังงานใกล้เคียงกับพลังงานที่ใช้ไปขณะที่มีการออกกำลังกาย (Silalertdetkul, 2009; Martin et al., 2008) จะเห็นได้ว่าการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ดังนั้นผู้วิจัยควรจะตระหนักถึงการนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้โดยให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมายมากที่สุด

ภาวะโภชนาการก่อนการออกกำลังกาย (Nutritional status before exercise)

งานวิจัยที่ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อปริมาณอาหารที่บริโภคมีทั้งการออกกำลังกายหลังการงดอาหาร (Overnight fast) เป็นระยะเวลา 8-10 ชั่วโมง (Broom et al., 2007; Broom et al., 2009; Burns et al., 2007; King et al., 1994; King and Blundell, 1995; Silalertdetkul, 2009) และการออกกำลังกายภายหลังการบริโภคอาหารภายใน 1-2 ชั่วโมง (Ueda et al., 2009a; Ueda et al., 2009b; Martin et al., 2007; Silalertdetkul, 2009) แม้ว่าผลของปริมาณอาหารที่บริโภคในสองภาวะดังกล่าวจะให้ผลที่ไม่แน่ชัด แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับหนักปานกลางภายหลังการบริโภคอาหารนั้นส่งผลทั้ง เพิ่ม (Martin et al., 2007) และลด (Ueda et al., 2009a; Ueda et al., 2009b) ปริมาณอาหารที่บริโภคส่วนการออกกำลังกายภายหลังการงดอาหารพบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลง แต่พบว่าปริมาณอาหารที่บริโภคและความรู้สึกหิวภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงมีการลดลง (Broom et al.,2007; Broom et al., 2009; Burns et al., 2007; King et al., 1994; King and Blundell, 1995; Silalertdetkul, 2009)

การออกกำลังกายภายหลังการงดอาหารส่งผลในการยับยั้งการหลั่งของฮอร์โมนหิว ในขณะที่ฮอร์โมนที่หลั่งหลังจากการรับประทานอาหารซึ่งถือว่าเป็นฮอร์โมนอิ่ม มีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อบริโภคอาหารก่อนการออกกำลังกาย (Broom et al., 2007; Broom et al., 2009; Burns et al., 2007; King et al., 1994; King and Blundell, 1995; Silalertdetkul, 2009; Ueda et al., 2009a; Ueda et al., 2009b; Martin

et al., 2007) ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะร่างกายมีความต้องการรักษาสมดุลการใช้พลังงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย โดยเพิ่มกระแสเลือดและพลังงานไปยังส่วนที่จำเป็น เช่น กล้ามเนื้อที่ใช้ขณะมีการออกกำลังกายมากกว่าไปใช้ในระบบย่อยอาหาร ในขณะที่มีการออกกำลังกาย

สรุป (Conclusions)

จะเห็นได้ว่าการบริโภคอาหารภายหลังการออกกำลังกายเพียงหนึ่งครั้งนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ภาวะอาหารก่อนการออกกำลังกาย พลังงานที่ใช้ขณะออกกำลังกาย รวมทั้งความหนักของการออกกำลังกาย โดยการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง เช่น การวิ่ง มีแนวโน้มจะลดปริมาณอาหารที่บริโภค ยับยั้งความรู้สึกหิว ยับยั้งการหลั่งของฮอร์โมนหิวและเพิ่มการหลั่งของฮอร์โมนอิ่ม ในขณะที่ปริมาณอาหารที่บริโภคและฮอร์โมนในร่างกายภายหลังการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังพบว่าการงดอาหารก่อนการออกกำลังกายส่งผลทำให้ยับยั้งฮอร์โมนหิวในขณะที่การบริโภคอาหารก่อนการออกกำลังกายส่งผลให้เพิ่มฮอร์โมนอิ่ม

เอกสารอ้างอิง

Batterham, R. L., Cohen, M. A., Ellis, S. M., Le Roux, C. W., Withers, D. J., Frost, G. S., Ghatei, M. A. and Bloom, S. R. (2003). Inhibition of food intake in obese subjects by peptide YY3-36. **New England Journal of Medicine**, 349(10): 941-948.

Bouassida, A., Chamari, K., Zaouali, M., Feki, Y., Zbidi, A. and Tabka, Z. (2010). Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise. **British Journal of Sports Medicine**, 44: 620-630

Broom, D. R., Batterham, R. L., King, J. A. and Stensel, D. J. (2009). Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. **American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, 296(1): R29-R35.

Broom, D. R., Stensel, D. J., Bishop, N. C., Burns, S. F. and Miyashita, M. (2007). Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans. **Journal of Applied Physiology**, 102(6): 2165-2171.

Burns, S. F., Broom, D. R., Miyashita, M., Mundy, C. and Stensel, D. J. (2007). A single session of treadmill running has no effect on plasma total ghrelin concentrations. **Journal of Sports Sciences**, 25(6): 635-642.

Erdmann, J., Tahbaz, R., Lippl, F., Wagenpfeil, S. and Schusdziarra, V. (2007). Plasma ghrelin levels during exercise - effects of intensity and duration. **Regulatory Peptides**, 143(1-3): 127-135.

George, V. A. and Morganstein, A. (2003). Effect of moderate intensity exercise on acute energy intake in normal and over-weight females. **Appetite,** 40(1): 43-46.

Gibson., R. S. (2005). **Principles of nutritional assessment**. 2nd ed. Oxford : Oxford University Press.

Haslam, D. W. and James, W. P. T. (2005). **Obesity** :Lancet. 366(9492): 1197-1209.

Hollis, J. and Mattes, R. (2005). Are all calories created equal? Emerging issues in weight management. **Current diabetes reports**, Oct(5): 374-378.

Imbeault, P., SaintPierre, S., Almeras, N. and Tremblay, A. (1997). Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour. **British Journal of Nutrition**, 77(4): 511-521.

Jones, T. E., Basilio, J. L., Brophy, P. M., McCammon, M. R. and Hickner, R. C. (2009). Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. **Obesity**, 17(6): 1189-1195.

King, N. A. and Blundell, J. E. (1995). High-fat foods overcome the energy expenditure induced by high-intensity cycling or running. **European Journal of Clinical Nutrition**, 49(2): 114-123.

King, N. A., Burley, V. J. and Blundell, J. E. (1994). Exercise-induced suppression of appetite - effects on food-intake and implications for energy-balance. **European Journal of Clinical Nutrition**, 48(10): 715-724.

Kissileff, H. R., Pi-Sunyer, F. X., Segal, K., Meltzer, S. and Foelsch, P. A. (1990). Acute effects of exercise on food intake in obese and nonobese women. **The American journal of clinical nutrition**, 52(2): 240-245.

Konturek, P. C., Konturek, J. W., Czesnikiewicz-Guzik, M., Brzozowski, T. and Sito, E. (2005). Neuro-hormonal control of food intake; basic mechanisms and clinical implications. **Journal of physiology and pharmacology**, 56 Suppl: 65-25.

Martins, C., Morgan, L. M., Bloom, S. R. and Robertson, M. D. (2007). Effects of exercise on gut peptides, energy intake and appetite. **Journal of Endocrinology**, 193(2): 251-258.

Martins, C., Morgan, L. M.and H, Truby. (2008). A review of the effects of exercise on appetite regulation: on obesity perspective. **International Journal of Obesity**, 32: 1337-1347.

Mattes, R. D., Hollis, J., Hayes, D. and Stunkard, A. J. (2005). Appetite: Measurement and manipulation misgivings. **Journal of the American Dietetic Association**, 105(5): S87-S97.

Plowman, S.A. and Smith, D.L. (2008). **Exercise physiology for health, fitness, and performance**. Second edition. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia, United state of America.

Pomerleau, M., Imbeault, P., Parker, T. and Doucet, E. (2004). Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. **The American journal of clinical nutrition**, 80(5): 1230-1236.

Rolls, E. T. (2007). Understanding the mechanisms of food intake and obesity. **Obesity Reviews**: 8(1): 67-72.

Rutishauser, I. H. (2005). Dietary intake measurements. **Public Health Nutrition**, 8(7A): 1100-1107.

Sandoval, D. A. and Davis, S. N. (2003). Leptin: metabolic control and regulation. **Journal of diabetes and its complications**, 17(2): 108-113.

Shaw, K., Gennat, H., O'Rourke, P. and Del Mar, C. (2006). Exercise for overweight or obesity. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 18 (4).

Silalertdetkul, S (2009). **Effect of acute exercise on energy intake, physical activity energy expenditure and energy balance hormones in sedentary and active men.** Thesis. University of Bath. Bath, United Kingdom.

Stanley, S., Wynne, K., McGowan, B. and Bloom, S. (2005). Hormonal regulation of food intake. **Physiological reviews**, 85(4): 1131-1158.

Ueda, S. Y., Yoshikawa, T., Katsura, Y., Usui, T. and Fujimoto, S. (2009b). Comparable effects of moderate intensity exercise on changes in anorectic gut hormone levels and energy intake to high intensity exercise. **The Journal of endocrinology**, 203(3): 357-364.

Ueda, S. Y., Yoshikawa, T., Katsura, Y., Usui, T., Nakao, H. and Fujimoto, S. (2009a). Changes in gut hormone levels and negative energy balance during aerobic exercise in obese young males. **The Journal of endocrinology**, 201(1): 151-159.

Unick, J. L., Jakicic, J. M. and Marcus, B. H. (2010). Contribution of Behavior Intervention Components to 24-Month Weight Loss. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Apr; 42(4):745-53.

Westerterp-Plantenga, M. S., Verwegen, C. R., Ijedema, M. J., Wijckmans, N. E. and Saris, W. H. (1997). Acute effects of exercise or sauna on appetite in obese and non-obese men. **Physiology and Behavior**, 62(6): 1345-1354.