ผลของการจำกัดอาหาร ต่อความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

THE EFFECT OF FOOD RESTRICTION ON PEPTIDE YY HORMONE CONCENTRATIONS IN SEDENTARY AND ACTIVE GROUPS

สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล* **Supaporn Silalertdetkul***

Abstract

Purpose: To investigate the effect of 50 percent food restriction on circulating level of peptide YY hormone concentrations in sedentary and active males.

Methods: Twenty active (n=10) and sedentary (n=10) males age between 18-22 years participated in this study which had been approved by local ethic committees. Maximum oxygen consumption, resting heart rate, percent fat, percent fat free mass, body density, resting metabolic rate between sedentary and active groups were difference. Participants reduced 50 percent of their daily food intake (Food restriction) and maintained their normal food intake (Control) for three days. Each trial separated by at least two weeks. Participants were also asked to maintain their normal physical activity in two trials. Fasting peptide YY hormone concentrations were analysis before and following in two groups. Body weight, subjective feeling of hunger as well as rating of perceived exertion were measured at the same period of time.

Results: Peptide YY hormone concentrations (Control: 150±33 pg/ml; Food restriction: 128±31 pg/ml, P= 0.05) and body weight (Control: 66.5±5.1 kg; Food restriction: 65.6±5.5 kg, P< 0.01) decreased significantly following three days of food restriction in active participants. There was no change in subjective feeling of hunger and as well as rating of perceived exertion in sedentary and active participants.

Conclusion: Reduction in 50 percent of normal daily food intake induced decreased in circulating level of peptide YY hormone and body weight in active males but there was no effect on subjective feeling of hunger and rating of perceived exertion in sedentary and active males.

Key Words: Food restriction, Peptide YY hormone, Active, Sedentary

---

* อาจารย์ ดร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของการจำกัดอาหารลง 50 เปอร์เซ็นต์ที่มีต่อระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสเลือดในชายที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและออกกำลังกายเป็นประจำ

วิธีการศึกษา: อาสาสมัครชาย จำนวน 20 คน ที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ (จำนวน=10) และออกกำลังกายเป็นประจำ (จำนวน=10) อายุระหว่าง 18- 22 ปี เข้าร่วมในงานวิจัยครั้งนี้ซึ่งได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน ความหนาแน่นของร่างกาย อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพักระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีความแตกต่างกัน อาสาสมัครลดอาหารที่บริโภคลง 50 เปอร์เซ็นต์จากอาหารที่บริโภคตามปกติ (จำกัดอาหาร) และบริโภคอาหารตามปกติ (ควบคุม) เป็นระยะเวลา 3 วัน โดยแต่ละช่วงต้องมีระยะเวลาห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ นอกจากนี้อาสาสมัครรักษาระดับกิจกรรมทางกายตามปกติในทั้งสองช่วงการทดลอง วิเคราะห์หาความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายหลังจากงดอาหารทั้งก่อน-หลังในช่วงควบคุมและจำกัดอาหารในทั้งสองกลุ่ม ประเมินน้ำหนักตัว ความรู้สึกหิว และความรู้สึกเหนื่อยในช่วงเวลาเดียวกัน

ผลการศึกษา: ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย (ควบคุม: 150±33 พก./มล.; จำกัดอาหาร: 128±31 พก./มล., P= 0.05) น้ำหนักตัว (ควบคุม: 66.5±5.1 กก.; จำกัดอาหาร: 65.6±5.5 กก. , P< 0.01) มีค่าลดลงภายหลังการจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของความรู้สึกหิวและความรู้สึกเหนื่อยภายหลังการจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่ประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

สรุป: การจำกัดอาหารที่บริโภคลง 50 เปอร์เซ็นต์ส่งผลทำให้ระดับของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิต และน้ำหนักตัวมีค่าลดลงในชายที่ออกกำลังกายเป็นประจำแต่ไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกหิวและความรู้สึกเหนื่อยในชายที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและออกกำลังกายเป็นประจำ

คำสำคัญ: การจำกัดอาหาร, ฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย, ออกกำลังกายเป็นประจำ, ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ

บทนำ

โรคอ้วนหรือภาวะน้ำหนักเกินเป็นปัญหาที่สำคัญทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้ยังพบว่าโรคอ้วนมีความสัมพันธ์กับโรคต่างๆ มากมายดังต่อไปนี้ คือ โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคข้อเสื่อม (Haslam and James, 2005) เป็นต้น สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอ้วนคือความไม่สมดุลของการบริโภคอาหารและการใช้พลังงานของร่างกาย เป็นที่ทราบกันดีว่าการบริโภคอาหารที่มากเกินไปหรือการออกกำลังกายน้อยเกินไปเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอ้วน จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการออกกำลังกาย ทำให้ประสบความสำเร็จในการลดน้ำหนักได้ในระดับปานกลาง (Shaw et al., 2006) แต่อย่างไรก็ตามมีเพียงร้อยละ 10 ที่สามารถควบคุมน้ำหนักได้ในระยะยาว (Unick et al., 2009) ดังนั้นจะเห็นได้ว่างานวิจัยทางด้านสรีรวิทยาเกี่ยวกับความสมดุลพลังงานในร่างกาย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อทำให้เข้าใจขบวนการใน

ร่างกาย ที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารและการใช้พลังงานและเพื่อเป็นแนวทางที่สำคัญในการป้องกันโรคอ้วน หรือโรคที่เกี่ยวกับโรคอ้วน

การจำกัดอาหารที่บริโภคถือว่าเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อใช้ในการลดหรือควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การอดอาหารทำให้เพิ่มความรู้สึกหิว (Doucet et al.,2004) การจำกัดอาหารส่งผลทำให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่มีอิทธิพลต่อการกระตุ้นความรู้สึกหิว เช่นฮอร์โมนเกรลิน (Ghrelin) ที่ผลิตจากกระเพาะอาหารมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันก็ทำให้ฮอร์โมนที่มีอิทธิพลต่อความอิ่ม เช่น ฮอร์โมนเลปติน (Leptin) ที่ผลิตจากเซลล์ไขมันมีค่าลดลง (Weigle et al., 1997; Mars et al., 2005; Bloom et al., 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าการอดอาหาร 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ผลิตจากลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ (Wynne et al., 2005) เช่น เปปไทด์วายวาย (Peptide YY) มีค่าลดลง (Chan et al., 2004) ฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีสองรูปคือ PYY_{1-36} and PYY_{3-36} (Wynne et al., 2005) ระดับของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายจะมีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังการบริโภคอาหาร (Stanley et al., 2005) การฉีดฮอร์โมนเปปไทด์วายวายเข้าไปในกระแสโลหิตทำให้ปริมาณการบริโภคอาหารมีค่าลดลง (Batterham et al., 2003) ฮอร์โมนเปปไทด์มีความสัมพันธ์กับพลังงานที่ใช้ (Doucet et al., 2008) จะเห็นได้ว่าฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีความเกี่ยวข้องกับการรักษาสมดุลพลังงานของร่างกาย ดังนั้นการลดปริมาณอาหารที่บริโภคลง 50 เปอร์เซ็นต์ จากอาหารที่บริโภคตามปกติ อาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสเลือด ซึ่งอาจจะส่งผลต่อระดับความรู้สึกหิวได้

การออกกำลังกายถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนในร่างกาย จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการวิ่งที่ระดับความหนักสูงส่งผลทำให้ระดับฮอร์โมนเกรลินมีค่าลดลง (Broom et al., 2007; Broom et al., 2009) ในขณะเดียวกัน การวิ่งที่ระดับความหนักสูง (Broom et al., 2009) หรือปั่นจักรยานที่ความหนักปานกลาง ภายหลังการบริโภคอาหาร (Martin et al., 2007) ส่งผลทำให้เพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิต นอกจากนี้ยังพบว่าการจำกัดอาหารร่วมกับการออกกำลังกายส่งผลให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนเกรลิน มีค่าลดลง (Maestu et al., 2008) และการออกกำลังกายประมาณ 32 สัปดาห์ทำให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีค่าเพิ่มขึ้น (Jones et al., 2009) จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายส่งผลทำให้ยับยั้งฮอร์โมนที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกหิว ในขณะเดียวกันการออกกำลังกายทำให้ฮอร์โมนที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกอิ่มมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นอาจจะเป็นไปได้การออกกำลังกายเป็นประจำอาจส่งผลต่อระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิตและระดับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายหลังการจำกัดอาหารอาจจะมีความแตกต่างกันในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของจำกัดอาหารที่บริโภคลง 50 เปอร์เซ็นต์จากอาหารที่บริโภคตามปกติ เป็นระยะเวลา 3 วันต่อความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย ในกลุ่มคนที่มีความแตกต่างทางด้านพฤติกรรมทางการออกกำลังกาย คือกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกัน ภาวะโรคอ้วน หรือ โรคที่เกี่ยวกับการโรคอ้วน

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

อาสาสมัครในการวิจัยนี้เป็นนิสิตชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อายุระหว่าง 18- 22 ปี จำนวน 20 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง โดยแบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ (10 คน) และกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ (10 คน) สำหรับกลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำนั้น อาสาสมัครต้องออกกำลังกายไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละไม่เกิน 30 นาที จำนวนก้าวไม่เกิน 5,000 ก้าวต่อวัน มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่เกิน 45 มิลลิลิตร / กิโลกรัม /นาที ส่วนกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ อาสาสมัครต้องออกกำลังกายอย่างน้อย 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละมากกว่า 30นาที จำนวนก้าวเดินอย่างน้อย 10,000 ก้าวต่อวัน มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มากกว่า 55 มิลลิลิตร / กิโลกรัม /นาที

ข้อมูลจากแบบสอบถามสุขภาพและแบบสอบถาม PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire) พบว่า อาสาสมัครในงานวิจัยนี้ไม่มีประวัติการสูบบุหรี่ ไม่มีประวัติป่วยเป็นโรคดังต่อไปนี้คือ โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูงหรือต่ำ นอกจากนี้ น้ำหนักตัวของอาสาสมัครไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาก่อนการเริ่มการทดลอง อาสาสมัครเซ็นต์ชื่อในหนังสือยินยอมหลังจากอ่านรายละเอียดในเอกสารคำชี้แจงผู้เข้าร่วมงานวิจัย

การทดสอบก่อนเริ่มการทดลอง

บันทึกน้ำหนักตัว (Body weight) ส่วนสูง (Height) ความดันโลหิต (Blood pressure) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate) อัตราส่วนระหว่างเอวและสะโพก (Waist hip ratio) อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (Resting metabolic rate; Bioelectric impedance; BioScan, Maltron, United Kingdom) ส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition; Bioelectric impedance; BioScan, Maltron, United Kingdom) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน ความหนาแน่นของร่างกายและประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นอย่างน้อย 7 วันก่อนเริ่มการทดลอง โดยให้อาสาสมัครงดกิจกรรมทางกายอย่างหนักอย่างน้อย 48 ชั่วโมงและงดอาหารอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนการประเมิน

ประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption, VO_{2max}) โดยใช้ลู่วิ่งไฟฟ้า (h/p/ Cosmos Merry, Germany) และเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (COSMED; Quark PFT Ergo, Italy) โดยให้อาสาสมัครวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า กำหนดความเร็วให้คงที่ (7-9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และปรับระดับความชันเพิ่มขึ้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ทุกๆ 3 นาที จนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจถึงสูงสุดหรือจนกระทั่งอาสาสมัครไม่สามารถวิ่งต่อไปได้ ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ทุกๆ 10 วินาทีและนำไปคำนวณหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

การทดลอง

การทดลองมีสองช่วงคือ ควบคุมและจำกัดอาหาร โดยจะเว้นระยะเวลาระหว่างช่วงอย่างน้อยประมาณ 2 สัปดาห์ อาสาสมัครมาที่ห้องปฏิบัติการ เวลา 7.00-7.30 นาฬิกา หลังจากงดอาหารเป็นเวลาอย่างน้อย 8-10 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างเลือด (20 มิลลิลิตรต่อครั้ง) ในหลอดเลือดพลาสมาที่ใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด

(EDTA, ethylenediaminetetra) นำเลือดไปปั่นที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แยกพลาสมาและนำไปเก็บไว้ที่ตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย (Total Peptide YY) ในกระแสเลือด (Enzyme-linked immunoassay; Millipore, United States of America) ก่อน (วันที่ 1) และหลัง (วันที่ 4) ในช่วงควบคุมและจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ทำการประเมิน น้ำหนักตัว ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ทำการประเมินความรู้สึกหิว (Visual analogue scale) ความรู้สึกเหนื่อย (Borg scale) วันที่ 1-4 ในเวลาเดียวกันในช่วงควบคุมและในจำกัดอาหารของในทั้งสองกลุ่ม

การปฏิบัติในช่วงควบคุม ให้อาสาสมัครดำเนินกิจกรรมทางกายและบริโภคอาหารตามปกติ รวมทั้งให้อาสาสมัครบันทึกกิจกรรมทางกายและบันทึกน้ำหนักและชนิดของอาหารที่บริโภคในแต่ละวัน ส่วนการปฏิบัติในช่วงจำกัดอาหารนั้นให้อาสาสมัครลดอาหารที่บริโภคจากอาหารที่บริโภคปกติลง 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 3 วัน รวมทั้งบันทึกน้ำหนักและชนิดของอาหารที่บริโภคในแต่ละวันและดำเนินกิจกรรมทางกายตามปกติ

การควบคุมก่อนเริ่มการทดลอง

อาสาสมัครงดกิจกรรมทางกายอย่างหนัก เป็นอย่างน้อย 48 ชั่วโมงก่อนเริ่มการทดลอง นอกจากนี้อาสาสมัครต้องหลีกเลี่ยงเครื่องดื่ม ชา กาแฟ แอลกอฮอล์ เป็นอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนการทดลอง อาสาสมัครบันทึกน้ำหนักและชนิดของอาหารที่บริโภครวมทั้งกิจกรรมทางกาย 2 วันก่อนเริ่มการทดลอง โดยอาสาสมัครต้องควบคุมอาหารบริโภคอาหารและกิจกรรมทางกายก่อนการทดลองในช่วงควบคุมหรือจำกัดอาหารให้มีความเหมือนกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราส่วนของเอวและสะโพก เปอร์เซ็นต์ของไขมัน เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน ความหนาแน่นของร่างกาย ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของอาสาสมัคร อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพักในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

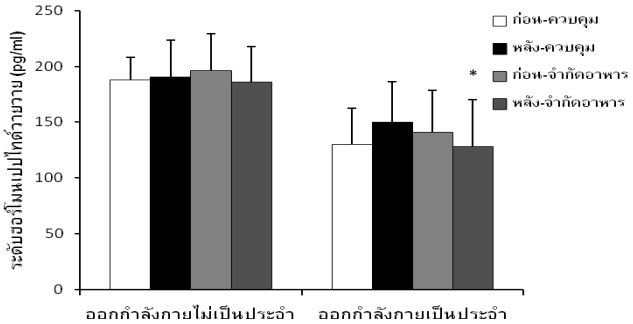
คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิต น้ำหนักตัว ความรู้สึกหิว ความรู้สึกเหนื่อย ก่อน-หลังในช่วงการควบคุมและการช่วงการจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังในช่วงควบคุมและช่วงจำกัดอาหารในทั้งสองกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated measure) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยใช้สถิติแบบที (Independent Samples t-test) โดยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

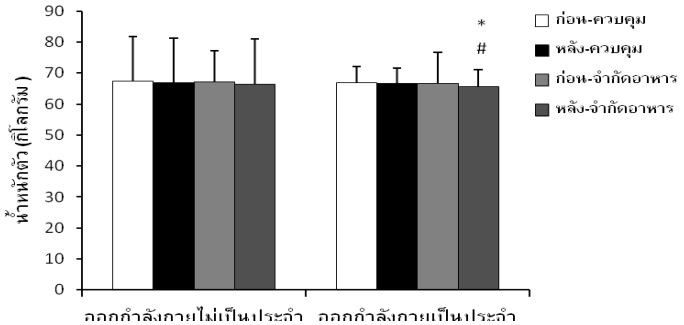
ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ยของ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราส่วนของเอวและสะโพก เปอร์เซ็นต์ของไขมัน เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน ความหนาแน่นของร่างกาย ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของอาสาสมัคร อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก จำนวน 20 คน ในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) *, ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$

ลักษณะของอาสาสมัคร	กลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ	กลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ
อายุ (ปี)	21±1	21±1
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	67±14	67±5
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	169±8	173±3
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	24±5	22±1
อัตราส่วนของเอวและสะโพก	0.8±0.1	0.8±0
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	17±8	11±2*
เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน	83±8	89±2*
ความหนาแน่นของร่างกาย (กรัม/เซนติเมตร^3)	1.06±0.02	1.07±0*
ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	126±11/66±6	122±9/62±5*
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	74±9	64±8*
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	39±6	58±3*
อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (กิโลแคลอรี่)	1696±145	1814±87*

ตาราง 1 แสดงลักษณะของอาสาสมัครก่อนการทดลอง จำนวน 20 คน จากตาราง 1 พบว่า อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราส่วนของเอวและสะโพกของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติก่อนการทดลอง ($P>0.2$) อย่างไรก็ตามความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน และความหนาแน่นของร่างกาย ในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ ($P<0.05$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ไขมัน อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต ในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ ($P<0.05$)

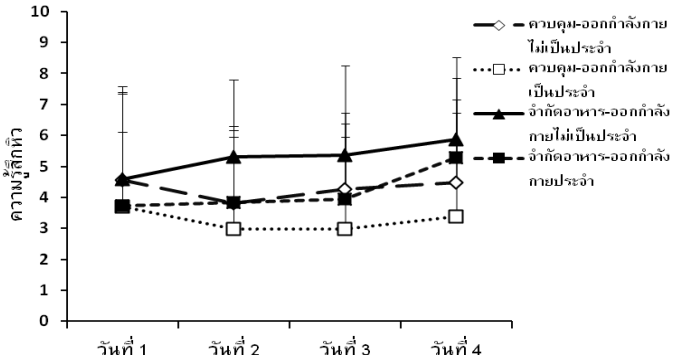


ภาพประกอบ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายก่อน-หลังควบคุมและจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 20 คน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) , ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$, ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$ ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายก่อนควบคุมและก่อนจำกัดอาหารไม่มีความแตกต่างกันทั้งกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ เมื่อเปรียบเทียบระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายระหว่างหลังควบคุมและหลังจำกัดอาหารพบว่าระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย ($P=0.02$) ในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีค่าลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและกลุ่ม, $P = 0.01$) แม้ว่าระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกลุ่มออกกำลังกายไม่เป็นประจำมีค่าลดลง 5 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิตระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำพบว่า ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P <0.01)



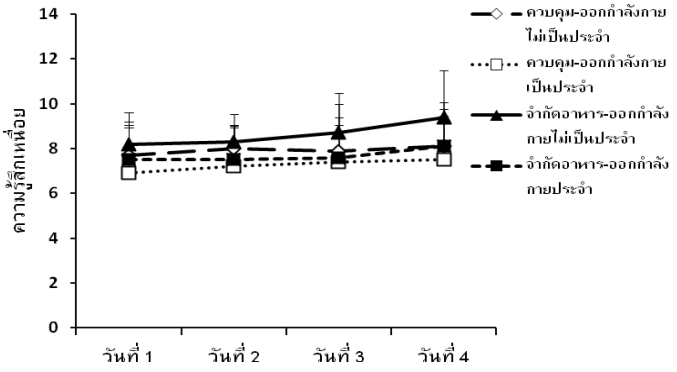
ภาพประกอบ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ก่อน-หลังควบคุมและจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 20 คน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) , ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$, ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักตัวก่อนการควบคุมและก่อนจำกัดอาหารพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ภายหลังการจำกัดอาหารพบว่าน้ำหนักตัวในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและกลุ่ม ,P=0.03) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.01) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มที่จำกัดอาหาร (P<0.01) อย่างไรก็ตามไม่พบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ



ภาพประกอบ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกหิว ก่อน-หลังควบคุมและจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 20 คน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) , ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P<0.05

ประเมินความรู้สึกหิวในเช้าในวันที่ 1 ถึงวันที่ 4 พบว่าความรู้สึกหิวก่อนการทดลองในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำไม่มีความแตกต่างกัน แม้ว่าความรู้หิวในช่วงจำกัดอาหารมีแนวโน้มมากกว่าช่วงควบคุมในทั้งสองกลุ่ม แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพประกอบ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความรู้สึกเหนื่อย ก่อน-หลังควบคุมและจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 20 คน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) , ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P<0.05

ประเมินความรู้สึกเหนื่อยในช่วงเวลาเดียวกับความรู้สึกหิวคือในช่วงเช้าวันที่ 1 ถึงวันที่ 4 พบว่าความเหนื่อยไม่มีความแตกต่างกันก่อนเริ่มการทดลอง ภายหลังการจำกัดอาหารพบว่าความรู้สึกเหนื่อยไม่มีความแตกต่างจากช่วงควบคุมในกลุ่มที่ออกกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ แม้ว่าความรู้สึกเหนื่อยจะมีแนวโน้มสูงขึ้นภายหลังการจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยนี้พบว่า การลดปริมาณอาหารที่บริโภคลง 50 เปอร์เซ็นต์จากอาหารที่บริโภคปกติเป็นระยะเวลา 3 วัน ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายและน้ำหนักตัวมีค่าลดลงในชายที่ออกกำลังกายเป็นประจำแต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกลุ่มที่ออกกำลังไม่เป็นประจำ นอกจากนี้ยังพบว่าการจำกัดอาหารที่บริโภคลงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความรู้สึกหิวและความรู้สึกเหนื่อยในทั้งสองกลุ่ม

เป็นที่น่าสนใจว่างานวิจัยนี้พบว่าระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีค่าลดลงภายหลังการจำกัดอาหารเป็นระยะเวลา 3 วัน ในชายที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การอดอาหารในคนน้ำหนักตัวน้อย 2-3 วัน ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีค่าลดลงประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ (Chan et al., 2006) และการจำกัดอาหารใน 1 วัน (4820 กิโลจูล) จากปริมาณอาหารที่บริโภคปกติ (7021 กิโลจูล) ในคนสุขภาพดีทำให้ระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย$_{3\text{-}36}$ มีค่าลดลง (King et al., 2011) งานวิจัยนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในชายที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการลดอาหารลง 2931 กิโลจูลต่อวัน ในคนน้ำหนักตัวเกินปกติที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิต (Cameron et al., 2010) จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายหลังจากกำจัดอาหารอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณอาหารหรือพลังงานที่ลดลง ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าพลังงานที่ลดลงในกลุ่มคนที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำอาจจะไม่มากพอจนทำให้สามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายได้

อย่างไรก็ตามกลไกการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายในกระแสโลหิตภายหลังการจำกัดอาหารยังไม่สามารถอภิปรายได้แน่ชัด ฮอร์โมนเปปไทด์วายวายเป็นฮอร์โมนที่มีความสัมพันธ์กับการรักษาสมดุลพลังงานในร่างกายทั้งการบริโภคอาหารและการใช้พลังงาน (Wynne et al., 2005; Doucet et al., 2008) การลดปริมาณอาหารที่บริโภคอาจไปมีผลต่อสมดุลพลังงานภายในร่างกายทำให้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าฮอร์โมนเปปไทด์วายวายเป็นฮอร์โมนที่หลั่งจากลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ของร่างกาย (Wynne et al., 2005) ความเข้มข้นฮอร์โมนเปปไทด์วายจะมีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังการบริโภคอาหาร (Stanley et al., 2005) ดังนั้นอาจจะเป็นไปได้ว่าการลดปริมาณอาหารที่บริโภคในงานวิจัยนี้อาจส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิต

การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายนี้อาจจะมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกาย ในงานวิจัยนี้พบว่าการจำกัดอาหารส่งผลทำให้ระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายลดลงในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็น

ประจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (King et al., 2011) ซึ่งอาสาสมัครในงานวิจัยในงานวิจัยทั้งสอง มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดัชนีมวลกายที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มออกกำลังกายไม่เป็นประจำไม่พบการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายดังเช่นงานวิจัยที่ผ่าน (Cameron et al., 2010) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลักษณะของอาสาสมัครอาจจะทำให้เกิดผลการตอบสนองที่แตกต่างกันภายหลังการจำกัดอาหาร

กิจกรรมทางกายของอาสาสมัครอาจมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย กลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำในงานวิจัยนี้เป็นกลุ่มมีการออกกำลังกาย ประมาณ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ในช่วงที่มีการจำกัดอาหาร ดังนั้นอาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนดังกล่าวนี้ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการออกกำลังกายส่งผลทำให้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีค่าเพิ่มขึ้น (Broom et al., 2009; Martin et al., 2007; King et al., 2011) ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีค่าลดลงภายหลังการเข้าโปรแกรมลดน้ำหนักเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ในคนอ้วน (Pfluger et al., 2007) นอกจากนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายร่วมกับการลดน้ำหนักไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย (Scheid et al., 2011) ดังนั้นอาจจะเป็นไปได้ว่าผลของการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนนี้อาจจะเป็นผลมาจากการจำกัดอาหารที่บริโภคร่วมกับการออกกำลังกาย และอาจจะเป็นไปได้ว่าระดับการลดลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายอาจจะมีค่ามากขึ้น ถ้ากลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำไม่มีการออกกำลังกายร่วมกับการจำกัดอาหาร ซึ่งควรทำการศึกษาในงานวิจัยครั้งต่อไป

น้ำหนักตัวของอาสาสมัครในการวิจัยนี้ มีค่าลดลงภายหลังการจำกัดอาหารที่บริโภคในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำแต่ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักตัวในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ ซึ่งการลดลงของน้ำหนักตัวภายหลังการจำกัดอาหารที่บริโภคในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Bouchard et al., 2009; Degoutte et al., 2006; Roemmich et al., 1997) อาจจะเป็นไปได้ว่าการลดลงของน้ำหนักตัวมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายหลังการจำกัดอาหารในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ในงานวิจัยนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวในกลุ่มคนที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณอาหารที่จำกัดอาจจะไม่มากเพียงพอที่จะทำให้น้ำหนักตัวลดลงในชายที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ

แม้ว่าความรู้สึกหิวในงานวิจัยนี้ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงการจำกัดอาหารที่บริโภคแต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Song et al., 2010; Doucet et al., 2004) อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยพบว่าการจำกัดอาหารส่งผลทำให้เพิ่มความรู้สึกหิว (Chan et al., 2004; King et al., 2011) ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณอาหารที่จำกัดและการลดลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวาย อาจจะไม่มากพอจนทำให้กระตุ้นความรู้สึกหิวให้เพิ่มขึ้นได้ในงานวิจัยนี้

จากงานวิจัยนี้พบว่าการจำกัดอาหารส่งผลทำให้ฮอร์โมนเปปไทด์วายวายมีค่าลดลงซึ่งอาจจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ลดลงในกลุ่มคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาว่าระดับฮอร์โมนที่ลดลงมีส่วนสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่ลดลง (Pfluger et al., 2007) ฮอร์โมนเปปไทด์วายวายเป็นฮอร์โมนที่หลั่งจากลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็กและมีอิทธิพลต่อความรู้สึกอิ่มและหิวของร่างกาย (Stanley et al.,

2005; Konturek et al., 2005) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายหลังการจำกัดอาหารอาจจะมีความสัมพันธ์กับระดับความรู้สึกหิว จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การลดลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายภายหลังการจำกัดอาหารมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความรู้สึกหิว (King et al., 2011) แม้ว่าความรู้สึกหิวในงานวิจัยนี้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงจำกัดอาหารแต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นอาจจะเป็นไปได้ว่าระดับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำนี้อาจจะไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการกระตุ้นความรู้สึกหิวของร่างกาย

ความรู้สึกเหนื่อยในงานวิจัยนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ภายหลังการจำกัดอาหารที่บริโภคลงในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Hall et al., 2001; Filaire et al., 2001) อย่างไรก็ตามบางงานวิจัยพบว่าการจำกัดอาหารส่งผลทำให้ความรู้สึกเหนื่อยมีค่าเพิ่มขึ้น (Degoutte et al., 2006; Duke et al., 2011) ดังนั้นการจำกัดอาหารที่บริโภคลง 50 เปอร์เซ็นต์จากอาหารที่บริโภคตามปกติ อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการเริ่มต้นควบคุมน้ำหนักสำหรับผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ เนื่องจากสามารถทำให้น้ำหนักตัวลดลงแต่ไม่ส่งผลต่อความรู้สึกเหนื่อย

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายและน้ำหนักตัวอาจจะเป็นผลรวมของการลดลงของอาหารที่บริโภครวมทั้งการดำเนินกิจกรรมทางกายปกติในกลุ่มคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ดังนั้นอาจจะเป็นไปว่าการจำกัดอาหารเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเปปไทด์วายวายและน้ำหนักตัวในกลุ่มนี้ ซึ่งควรทำการศึกษาวิจัยต่อไป ส่วนการไม่พบการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายและน้ำหนักตัวในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำอาจจะเป็นเพราะว่าปริมาณอาหารที่บริโภครวมทั้งกิจกรรมที่ทำอาจจะไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการกระตุ้นต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

ผลจากงานวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การจำกัดอาหาร 50 เปอร์เซ็นต์จากอาหารที่บริโภคตามปกติเป็นระยะเวลา 3 วันส่งผลทำให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกระแสโลหิต และน้ำหนักตัวลดลงในกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำแต่ไม่พบความแตกต่างของระดับฮอร์โมนเปปไทด์วายวายในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำ แต่ไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกหิวและความรู้สึกเหนื่อยในกลุ่มที่ออกกำลังกายไม่เป็นประจำและกลุ่มที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ผลจากจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการลดและควบคุมน้ำหนักในกลุ่มคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำเพราะทำให้น้ำหนักตัวลดลงแต่ไม่ส่งผลต่อความรู้สึกหิวและความรู้สึกเหนื่อย อย่างไรก็ตามผลของการจำกัดอาหารในระยะยาวยังไม่เป็นที่แน่ชัดและควรทำการศึกษาต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับขบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่เข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้

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.

Bloom, W. A., Lluch, A., Stafleu, A., Vinoy, S., Holst, J. J., Schaafsma, G. and Hendriks, H. F(2006). Effect of a high-protein breakfast on the postprandial ghrelin response. The American journal of clinical nutrition. 83(2): 211-220.

Bouchard DR, Soucy L, Sénéchal M, Dionne IJ, Brochu M (2009). Impact of resistance training with or Without caloric restriction on physical capacity in obese older women. Menopause. Jan-Feb; 16(1): 66-72.

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.

Cameron JD, Cyr MJ, Doucet E (2010). Increased meal frequency does not promote greater weight loss In subjects who were prescribed an 8-week equi-energetic energy-restricted diet. The British journal of nutrition. Apr; 103(8): 1098-101.

Chan JL, Stoyneva V, Kelesidis T, Raciti P, Mantzoros CS (2006). Peptide YY levels are decreased by Fasting and elevated following caloric intake but are not regulated by leptin. Diabetologia. Jan; 49(1): 169-73.

Chan, J., Bullen, J., Lee, J., Yiannakouris, N. and Mantzoros, C (2004). Ghrelin levels are not regulated by recombinant leptin administration and/or three days of fasting in healthy subjects. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. Jan; 89(1): 335-343.

Degoutte F, Jouanel P, Bègue RJ, Colombier M, Lac G, Pequignot JM, Filaire E. (2006). Food restriction,performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. International Journal of Sports Medicine. Jan; 27(1): 9-18.

Doucet, E., Laviolette, M., Imbeault, P., Strychar, I., Rabasa-Lhoret, R. and Prud'homme, D(2008). Totalpeptide YY is a correlate of postprandial energy expenditure but not of appetite or energy intake in healthy women. Metabolism-Clinical and Experimental. 57(10): 1458-1464.

Doucet, E., Pomerleau, M. and Harper, M. E. (2004). Fasting and postprandial total ghrelin remain unchanged after short-term energy restriction. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 89(4): 1727-1732.

Duke JW, Lane AR, Behr MB, Ondrak KS, Hackney AC (2011). Exercise training biomarkers: influence Of short-term diet modification on the blood lactate to rating of perceived exertion (La:RPE) ratio.Acta Physiologica Hungarica. Jun; 98(2): 128-36.

Filaire E, Maso F, Degoutte F, Jouanel P, Lac G. (2001). Food restriction, performance, psychological stateand lipid values in judo athletes. International Journal of Sports Medicine. Aug; 22(6): 454-9.

Hall CJ, Lane AM (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. British Journal of Sports Medicine. Dec; 35(6): 390-5.

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

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 JA, Wasse LK, Ewens J, Crystallis K, Emmanuel J, Batterham RL, Stensel DJ (2011). Differential acylated ghrelin, peptide YY3-36, appetite, and food intake responses to equivalent energy deficits created by exercise and food restriction. Journal of clinical endocrinology & metabolism. Apr; 96(4): 1114-21.

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.

Maestu, J., Jurimae, J., Valter, I. and Jurimae, T (2008). Increases in ghrelin and decreases in leptin without altering adiponectin during extreme weight loss in male competitive bodybuilders. Metabolism-Clinical and Experimental. 57(2): 221-225.

Mars, M., de Graaf, C., de Groot, L. C. and Kok, F. J (2005). Decreases in fasting leptin and insulin concentrations after acute energy restriction and subsequent compensation in food intake. The American journal of clinical nutrition. 81(3): 570-577.

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.

Pfluger PT, Kampe J, Castaneda TR, Vahl T, D'Alessio DA, Kruthaupt T, Benoit SC, Cuntz U, Rochlitz HJ, Moehlig M, Pfeiffer AF, Koebnick C, Weickert MO, Otto B, Spranger J, Tschöp MH (2007). Effect of human body weight changes on circulating levels of peptide YY and peptide YY3-36.

Journal of clinical endocrinology & metabolism. Feb; 92 (2): 583-8.

Roemmich JN, Sinning WE. (1997). Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. Journal of Applied Physiology. Jun; 82(6): 1751-9.

Scheid JL, De Souza MJ, Leidy HJ, Williams NI (2011). Ghrelin but not peptide YY is related to change in body weight and energy availability. Medicine and science in sports and exercise. Nov; 43(11): 2063-71.

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

Song SW, Bae YJ, Lee DT (2010). Effects of caloric restriction with varying energy density and aerobic. exercise on weight change and satiety in young female adults. Nutrition Research and Practice. Oct; 4(5): 414-20.

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

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.

Weigle, D. S., Duell, P. B., Connor, W. E., Steiner, R. A., Soules, M. R. and Kuijper, J. L (1997). Effect of fasting, refeeding, and dietary fat restriction on plasma leptin levels. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 82(2): 561-565.

Wynne, K., Stanley, S., McGowan, B. and Bloom, S. (2005). Appetite control. Journal of Endocrinology. 184(2) : 291-31