

ผลของการเสริมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซตร่วมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสาน ต่อองค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดในผู้ที่มีน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

Effects of Combined Chicken Protein Hydrolysate Supplementation and Concurrent Exercise Training on Body Composition and Lipid Profile in Overweight and Obese Adults

ศรันย์รัตน์ หิรัญรัตนธรรม,¹ จตุพร เพิ่มทรัพย์ทวี,¹ ราตรี เรืองไทย¹
และปิยาภรณ์ ตุ่มนาค^{1*}

Sarunrat Hirunrattanathum,¹ Jatuporn Phoemsapthawee,¹ Ratree Ruangthai¹
and Piyaporn Tumnark^{1*}

Received 25 July 2023, Revised 2 October 2023, Accepted 19 October 2023

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of combined chicken protein hydrolysate supplementation and concurrent exercise training on body composition and lipid profile in overweight and obese adults. Thirty-four overweight or obese individuals (age: 47.62 ± 6.88 years old; body mass index (BMI): 28.45 ± 3.80 kg/m²) were assigned to three groups: a placebo control (CON, n=12), a chicken protein hydrolysate ingestion (20g in the form of crackers) (PRO, n=10), and combined concurrent training and chicken protein cracker ingestion (CBT-PRO, n=12). The CBT-PRO group performed combined exercise (body weight exercise; 2 sets, 12-15 reps/set and aerobic exercise; 65-75% HRR) 60 min/day, 3 days/week for 8 weeks. Body composition and lipid profile were measured before and after the intervention. The data were analyzed using mean, standard deviation, comparing differences within-group and between groups ($p < 0.05$).

The results show all groups had no significant difference in body composition and lipid profile compared with baseline and between groups. Therefore, future studies should determine or regulate daily protein intake to ensure participants that they receive the appropriate amount of protein, including increasing the intensity of resistance exercise and increasing the duration of aerobic exercise.

Keywords: Overweight and obese, Protein hydrolysate, Concurrent exercise

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซตร่วมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อองค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดในผู้ที่มีน้ำหนักเกินและโรคอ้วนจำนวน 34 คน อายุ 47.62 ± 6.88 ปี ดัชนีมวลกาย 28.45 ± 3.80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ถูกแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม

^{1*} ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Sports Science, Faculty of Sports Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

* Corresponding author: Tel. 08-1558-8987, E-mail address: piyaporn.t@ku.th

ควบคุม จำนวน 12 คน กลุ่มเสริมโปรตีน (ได้รับแครกเกอร์ที่ผสมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซต 20 กรัม) จำนวน 10 คน และกลุ่มเสริมโปรตีนร่วมกับการออกกำลังกาย (ได้รับแครกเกอร์ที่ผสมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซต 20 กรัม ร่วมกับออกกำลังกายแบบผสมผสาน) จำนวน 12 คน โดยกลุ่มเสริมโปรตีนร่วมกับการออกกำลังกาย ออกกำลังกายแบบผสมผสาน (ออกกำลังกายแบบบอดี้เวทท่าละ 2 เซต เซตละ 12-15 ครั้ง และออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักร้อยละ 65-75 ของ HRR) วันละ 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบร่างกายและเก็บตัวอย่างระดับไขมันในเลือดก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติขององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรมีการกำหนดหรือควบคุมการบริโภคโปรตีนในแต่ละวันเพื่อให้อาสาสมัครฯ ได้รับโปรตีนในปริมาณที่เหมาะสม รวมถึงควรเพิ่มระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านและเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

คำสำคัญ: น้ำหนักเกินและโรคอ้วน โปรตีนไฮโดรไลเซต การออกกำลังกายแบบผสมผสาน

คำนำ

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนถือเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญทั่วโลก และเป็นหนึ่งในสาเหตุของความผิดปกติต่างๆของร่างกาย เช่น ภาวะเมตาบอลิกซินโดรม (Metabolic syndrome) หรือ โรคอ้วนลงพุง ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ โรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 โรคความดันโลหิตสูง โรคกระดูกบางชนิด และโรคหัวใจและหลอดเลือด (World Health Organization, 2022a) จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่า ตั้งแต่ปี 1975 ความชุกของประชากรทั่วโลกที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนเพิ่มขึ้นเกือบสามเท่าตัว โดยข้อมูลล่าสุดปี 2022 พบว่ามีประชากรทั่วโลกจำนวนมากกว่า 1 พันล้านคนเป็นโรคอ้วน โดยเป็นวัยผู้ใหญ่จำนวน 650 ล้านคน และยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้มีการคาดการณ์ว่าภายในปี 2025 จะมีประชากรทั้งเด็กและผู้ใหญ่ประสบปัญหาสุขภาพจากภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนประมาณ 167 ล้านคน (World Health Organization, 2021, 2022b)

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนเป็นผลมาจากความไม่สมดุลของพลังงานขาเข้า (จากการบริโภคอาหาร) และพลังงานขาออก (การใช้พลังงาน) ติดต่อกันเป็นเวลานาน ทั้งนี้การรักษาภาวะน้ำหนัก

เกินและโรคอ้วนสามารถทำได้ด้วยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การรักษาดัวยยา และการผ่าตัด (World Health Organization, 2022a) โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารร่วมกับการออกกำลังกายหรือการเพิ่มกิจกรรมทางกายถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการช่วยปรับปรุงองค์ประกอบร่างกายให้ดีขึ้น กล่าวคือ น้ำหนักตัวลดลงโดยที่ปริมาณไขมันลดลงและมวลกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (Philippou, Andreou, Menelaou, Hajigeorgiou, & Papandreou, 2012) ทั้งนี้มีการศึกษาบางการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการบริโภคอาหารแบบโปรตีนสูง (high protein diet) สามารถช่วยลดน้ำหนักตัว ลดมวลไขมัน และรักษามวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมันได้ (Moon & Koh, 2020) เนื่องจากการบริโภคโปรตีนส่งผลทำให้รู้สึกอิ่มได้นาน ช่วยลดความรู้สึกอยากอาหาร ช่วยเพิ่มพลังงานที่ใช้ในการย่อยอาหาร (thermic effect of food) จึงส่งผลให้ผู้ที่บริโภคได้รับพลังงานขาเข้าน้อยลง (Pesta & Samuel, 2014)

โปรตีนจากเนื้อไก่ถือเป็นหนึ่งในโปรตีนที่จัดว่ามีคุณภาพดี เนื่องจากมีกรดอะมิโนจำเป็นที่ครบถ้วน (Marangoni *et al.*, 2015) ทั้งนี้จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า โปรตีนจากสัตว์มี

กรดอะมิโนสายโซ่กิ่ง (branched chain essential amino acid; BCAAs) ซึ่งได้แก่ กรดอะมิโนลิวซีน ไอโซลิวซีน วาลีน และกรดอะมิโนชนิดอื่นๆ เช่น ไทโรซีน ทรีโอนีน และฮิสทีดีน ที่อาจมีผลไปช่วยควบคุมการหลั่งฮอร์โมนอยากอาหารและกระบวนการเผาผลาญ เช่น เกรลิน (Ghrelin) เลป-ติน (Leptin) อินซูลิน (Insulin) คอเลซิสโตไคนิน (Cholecystokinin) เปปไทด์ไทโรซีน-ไทโรซีน (Peptide YY) และกลูคาγον-ไลค์ เปปไทด์-วัน (Glucagon-like peptide-1) ทำให้ร่างกายเกิดความรู้สึกอยากอาหารลดลงและมีความรู้สึกอิ่มนาน (Babaei & Nouri, 2022; Hassanzadeh-Rostami, Abbasi, & Faghieh, 2020) ทั้งนี้โปรตีนไก่ที่ได้จากกระบวนการไฮโดรไลเซทจะมีสารกลุ่ม “ไบโอแอคทีฟเปปไทด์” ซึ่งมีผลในการช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ส่งเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน รวมไปถึงการช่วยลดไขมันอาหาร และลดคอเลสเตอรอลได้ (Daliri, Oh, & Lee, 2017) นอกจากนี้ การศึกษาแบบ meta-analysis ได้แสดงให้เห็นว่าการบริโภคโปรตีนในปริมาณที่สูงร้อยละ 28 ของปริมาณพลังงานทั้งหมดต่อวัน สามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ได้อีกด้วย (Vogtschmidt *et al.*, 2021)

จากการสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากรไทยที่มีอายุ 6 ปี ขึ้นไป พ.ศ.2560 พบว่า สัดส่วนการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยในกลุ่มวัยผู้ใหญ่บริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ด้วยความถี่สูงสุดเพียง 1-2 วัน/สัปดาห์ หรือคิดเป็นร้อยละ 47.3 ดังนั้น สะท้อนให้เห็นว่าคนไทยในวัยผู้ใหญ่อาจได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ (ทั้งปริมาณและคุณภาพ) ต่อความต้องการของร่างกายตามข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันของคนไทย ซึ่งกำหนดให้บริโภคในปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560)

การออกกำลังกายถือเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดน้ำหนัก โดยวิทยาลัยแพทยเวชศาสตร์การกีฬามิชิแกน (American College of Sports Medicine; ACSM) แนะนำให้ผู้ที่มีน้ำหนักเกินและโรคอ้วนออกกำลังกายแบบ

แอโรบิกที่ความหนักระดับปานกลางร้อยละ 40 ของ HRR และค่อยๆ เพิ่มความหนักเป็นระดับสูงตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของ HRR เป็นเวลา 60 นาทีต่อวัน 5-7 วันต่อสัปดาห์ และเสริมด้วยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่ความหนักร้อยละ 60-70 ของ 1RM เซตละ 8-12 ครั้ง จำนวน 2-4 เซต 2-3 วันต่อสัปดาห์ อีกทั้งแนะนำให้ผู้ที่น้ำหนักเกินและโรคอ้วนควรออกกำลังกายเป็นประจำและต่อเนื่อง (Liguori & American College of Sports Medicine, 2020) ในปัจจุบันการออกกำลังกายแบบผสมผสาน (concurrent exercise) กล่าวคือ เป็นการนำการออกกำลังกายแบบ แอโรบิกและแบบมีแรงต้านรวมเข้าด้วยกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายแบบผสมผสานเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดให้ดีขึ้น ตลอดจนช่วยพัฒนาสมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Batrakoulis *et al.*, 2022)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าคนไทยในวัยผู้ใหญ่มีการบริโภคโปรตีนในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการบริโภคโปรตีนในปริมาณที่สูง หรือการออกกำลังกายแบบผสมผสานสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบร่างกายให้ดีขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลของการเสริมโปรตีนรวมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานต้ององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดยังมีจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซทรวมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานต้ององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

วิธีการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นอาสาสมัครเพศชายหรือหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนที่อาศัยอยู่ในจังหวัดนครปฐม โดยอาสาสมัครสมัครใจเข้าร่วมโครงการและผ่านการประเมินแบบคัดเลือกอาสาสมัครก่อนเข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม G*Power 3.1 ในการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าอำนาจการทดสอบ (power of the test) ที่ 0.8 และ ขนาดของผลกระทบ (effect size) เท่ากับ 1.3 อ้างอิงจากการศึกษาของ Solomon *et al.* (2008) ซึ่งคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้ 33 คน และเพื่อป้องกันการสูญหาย (drop out) ของอาสาสมัครระหว่างดำเนินการทดลอง จึงเพิ่มเติมอีกจำนวนร้อยละ 10 (1 คน) เมื่อรวมกันต้องใช้อาสาสมัครทั้งหมด 36 คน

เกณฑ์การคัดเข้า

1. เพศชายหรือหญิงอายุระหว่าง 35-60 ปี
2. มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
3. ไม่เป็นผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างน้อย 6 เดือน

เกณฑ์การคัดออก

1. อาสาสมัครไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดของการวิจัย
2. มีโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคเบาหวาน โรคต่อมไทรอยด์ที่ควบคุมระดับฮอร์โมนไม่ได้ และหญิงมีครรภ์
3. มีโรคหรืออาการที่เกี่ยวข้องกับกระดูก ข้อต่อ และกล้ามเนื้อ
4. ไม่สามารถรับประทานโปรตีนจากไก่ได้ หรือแพ้กลูเตน

งานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามรหัส KUREC-HS63/003 เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

วิธีการและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นแบบเชิงทดลอง (experimental design) ด้วยวิธี placebo-controlled และ randomized trial โดยทำการทดลองเป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ อาสาสมัครจำนวน 36 คน ถูกสุ่มด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบจับคู่ (match pair) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกันที่สุด (นงลักษณ์, 2543) โดยจับคู่ตามค่าดัชนีมวลกาย เพศ และอายุ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (รับประทาน

แครกเกอร์สูตรไม่ผสมโปรตีน) กลุ่มที่ 2 กลุ่มเสริมโปรตีน (รับประทานแครกเกอร์สูตรผสมโปรตีนปริมาณ 20 กรัมโปรตีน) กลุ่มที่ 3 กลุ่มเสริมโปรตีน (รับประทานแครกเกอร์สูตรผสมโปรตีนปริมาณ 20 กรัมโปรตีน) ร่วมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานวันละ 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ (จันทร์ พุธ ศุกร์) และอาสาสมัครทุกกลุ่มจะได้รับคำแนะนำให้คงกิจกรรมทางกายและการบริโภคอาหารให้เหมือนเดิมตลอดระยะเวลาของโปรแกรมการทดลอง ในกลุ่มออกกำลังกาย อาสาสมัครออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสาน โดยก่อนเริ่มการทดลอง 1-2 สัปดาห์ ผู้วิจัยขอให้อาสาสมัครกลุ่มดังกล่าวมาฝึกออกกำลังกายก่อน เพื่อให้อาสาสมัครมีความคุ้นชินกับโปรแกรมการออกกำลังกายและสามารถทำตามทางได้ถูกต้อง โดยขณะออกกำลังกายจะมีผู้นำการออกกำลังกายคอยควบคุมระดับความหนักและให้คำแนะนำตลอดช่วง ทั้งนี้โปรแกรมการออกกำลังกาย ประกอบไปด้วย อบอุ่นร่างกาย 10 นาที ออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน 20 นาที ออกกำลังกายแบบแอโรบิก 20 นาที และคลายอุ่น 10 นาที โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานประยุกต์มาจากงานวิจัยของ Batrakoulis *et al.* (2022) และทงนศักดิ์ (2564) และทดสอบความตรงด้านเนื้อหา (content validity) ได้ค่าดัชนีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานจะเริ่มด้วยการอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งอยู่กับที่และยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว 10 นาที หลังจากนั้นออกกำลังกายแบบมีแรงต้านด้วยท่าบอดี้เวท ทั้งหมด 6 ท่า ได้แก่ สควอช (squats), เอลโบ ลิฟต์ (elbow lift), เดดลิฟต์ (deadlift), พูชอัพ (push up), กลูท บริจ (glute bridge) และ แพลงก์ (plank) เป็นเวลา 20 นาที (กำหนดให้สัปดาห์ที่ 1-4 ออกกำลังกาย เซตละ 12 ครั้ง จำนวน 2 เซต และเพิ่มความหนักการออกกำลังกายในสัปดาห์ที่ 5-8 โดยกำหนดให้ออกกำลังกายเซตละ 15 ครั้ง จำนวน 2 เซต) มีการพักระหว่างเซต 30 วินาที และพักระหว่างท่า 30 วินาที จากนั้นตามด้วยออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยท่ามวยไทย ประกอบด้วย ท่ามาร์ชชิ่ง (marching), สเต็ปทัช (step touch), อี-ซี วอล์ก (easy

walk), หมัดตรง (straight punch), หมัดเสย (uppercut), ตีศอก (elbow strike), เข่าตรง (straight knee) และเตะสูง (high kick) ทำละ 30 วินาที ซึ่งในระหว่างการเปลี่ยนท่าแต่ละท่าจะถูกคั่นด้วยท่ามารชซึ่ง 10 วินาที ทำทั้งหมด 4 รอบ เป็นเวลา 20 นาที (กำหนดให้สัปดาห์ที่ 1-4 ออกกำลังกายที่ความหนักร้อยละ 65-70 ของ HRR และเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายเป็นร้อยละ 70-75 ของ HRR ในสัปดาห์ที่ 5-8) หลังจากนั้นคลายอ่อนร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ 10 นาที ในขณะที่ออกกำลังกายให้อาสาสมัครสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อ Polar รุ่น H10 เพื่อติดตามอัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่ในระดับความหนักของการออกกำลังกายที่กำหนด

กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่ได้รับโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซตเสริมจะได้รับในรูปของแครกเกอร์จำนวน 1 แพ็คต่อวัน ซึ่งมีส่วนประกอบของพลังงานสารอาหาร และกรดอะมิโน ดัง Table 1 โดยกำหนดให้อาสาสมัครรับประทานแครกเกอร์ในวันเดียวกันทั้ง 3 กลุ่ม คือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์

โปรตีนไก่ไฮโดรไลเซตที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ได้ผ่านการตรวจวิเคราะห์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ ของภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเตรียมให้อยู่ในรูปของแครกเกอร์โดยคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 1 Nutrition facts and amino acids of crackers in a package

Nutrition facts	
Calories	352.65 kcal
Total protein	34.21 g
Total carbohydrate	28.14 g
Total fat	11.47 g
Amino acids	Amounts (mg/100 g)
Alanine	4.94
Arginine	5.22
Aspartic	7.90
Glutamic	12.78
Glycine	3.58
Histidine	2.61
Isoleucine	3.79
Leucine	6.61
Lysine	7.31
Phenylalanine	3.26
Proline	2.87
Serine	3.41
Threonine	3.72
Tyrosine	2.92
Valine	4.01

การทดสอบ

อาสาสมัครทั้ง 36 คน เข้ารับการทดสอบร่างกายก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยให้อาสาสมัครทำแบบประเมิน PAR-Q เพื่อประเมินความพร้อมก่อนมีกิจกรรมทางกาย และทำแบบประเมิน ACSM เพื่อประเมินปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ

ก่อนการทดลอง อาสาสมัครจะได้รับคำแนะนำให้ดื่มรับประทานอาหาร 8-12 ชั่วโมง งดการออกกำลังกาย และให้สวมใส่เสื้อผ้าที่ไม่มีโลหะหรือซิ็บ ในช่วงเช้าเวลา 06.00-08.00 น. เมื่ออาสาสมัครมาถึงห้องปฏิบัติการ ให้อาสาสมัครเข้ารับการวิเคราะห์องค์ประกอบร่างกาย ประกอบด้วย ส่วนสูง น้ำหนักตัว มวลกล้ามเนื้อ และมวลไขมัน ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบร่างกาย ยี่ห้อ Inbody รุ่น 270 และวัดความยาวรอบเอวและรอบสะโพกด้วยสายวัดมาตรฐาน โดยทำการวัดเส้นรอบเอวที่บริเวณจุดกึ่งกลางระหว่างตำแหน่งบนสุดของกระดูกเชิงกรานและชายโครงซี่สุดท้าย และวัดเส้นรอบสะโพกตำแหน่งที่สะโพกมีความกว้างมากที่สุด จากนั้นอาสาสมัครเข้ารับการเก็บตัวอย่างเลือดโดยพยาบาล ตัวอย่างเลือดที่เก็บถูกนำไปวิเคราะห์ระดับไขมันในเลือดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ระดับมาตรฐานที่บีเคแลบเฮลท์ สหคลินิก (คลินิกเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด) จังหวัดนครปฐม

การควบคุมด้านการบริโภคอาหารและกิจกรรมทางกาย ในระหว่างโปรแกรมการทดลองให้อาสาสมัครบันทึกการบริโภคอาหาร 3 วัน ประกอบไปด้วย วันปกติ 2 วัน และวันหยุด 1 วัน จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม INMUCAL Nutrients เวอร์ชัน 4.0 ในการคำนวณพลังงานและสารอาหารจากอาหารที่บริโภค ส่วนกิจกรรมทางกายให้อาสาสมัครบันทึกกิจกรรมที่ทำในชีวิตประจำวัน ทั้งกิจกรรมที่ทำในที่ทำงาน ที่บ้าน การเดินทาง กิจกรรมยามว่าง การออกกำลังกาย หรือการเล่นกีฬา โดยทำติดต่อกันนานกว่า 10 นาทีต่อครั้ง เป็นเวลา 7 วัน ซึ่งให้บันทึกในสัปดาห์แรกและสัปดาห์สุดท้ายของโปรแกรมการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for windows เวอร์ชัน 22 โดยนำไปคำนวณค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติด้วยวิธี The shapiro-wilk test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรภายในกลุ่ม โดยตัวแปรที่มีการแจกแจงของข้อมูลเป็นปกติ ใช้สถิติ paired t-test และตัวแปรที่มีการแจกแจงของข้อมูลไม่ปกติ ใช้สถิติ wilcoxon signed rank test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรระหว่างกลุ่ม โดยตัวแปรที่มีการแจกแจงของข้อมูลเป็นปกติ ใช้สถิติ one-way ANOVA และใช้สถิติ scheffe เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ส่วนตัวแปรที่มีการแจกแจงของข้อมูลไม่ปกติ ใช้สถิติ kruskal-wallis test และใช้สถิติ mann-whitney u test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษา

มีอาสาสมัครเพียง 34 คน ที่เข้าร่วมการทดลองจนครบตามระยะเวลาที่กำหนด และมีอาสาสมัคร 2 คน ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองจนครบได้ด้วยเหตุผลส่วนตัว โดยคุณลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครในแต่ละกลุ่มก่อนการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงใน Table 2 และระหว่างการทดลอง ไม่มีการรายงานถึงผลข้างเคียงของการได้รับโปรตีนเสริมในอาสาสมัคร

องค์ประกอบร่างกายและสัดส่วนร่างกายภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม แสดงใน Table 3

ระดับไขมันในเลือด ภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม แสดงใน Table 4

พลังงานและสารอาหาร และกิจกรรมทางกาย ภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม แสดง Table 5

อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่าง

Table 2 Participant's characteristics of the study at baseline

	CON (n = 12)	PRO (n = 10)	CBT-PRO (n = 12)
Age (years)	49.92 ± 7.90	46.20 ± 5.27	46.50 ± 6.91
Gender (F/M)	(10/2)	(7/3)	(8/4)
Height (cm)	160.54 ± 6.68	161.00 ± 6.88	157.92 ± 7.12
Body weight (kg)	74.18 ± 9.49	70.70 ± 12.97	72.73 ± 6.79
BMI (kg/m ²)	28.84 ± 4.02	27.18 ± 3.52	29.33 ± 3.86

Note: Data are expressed as mean ± SD. CON; control group. PRO; Chicken protein cracker ingestion. CBT-PRO; Combined concurrent training and chicken protein cracker ingestion. F; female. M; male. BMI; Body mass index.

Table 3 Body composition and anthropometrics at baseline and after interventions

	Baseline	Posttest	p
Body weight (kg)			
CON	74.18 ± 9.49	73.57 ± 9.42	0.17
PRO	70.70 ± 12.97	71.13 ± 12.82	0.36
CBT-PRO	72.73 ± 6.79	72.75 ± 6.66	0.97
BMI (kg/m ²)			
CON	28.84 ± 4.02	28.61 ± 4.00	0.18
PRO	27.18 ± 3.52	27.34 ± 3.59	0.38
CBT-PRO	29.33 ± 3.86	29.36 ± 3.78	0.88
Body fat (%)			
CON	39.88 ± 6.41	39.16 ± 6.28	0.31
PRO	33.74 ± 6.70	34.1 ± 7.25	0.96
CBT-PRO	37.31 ± 8.77	35.88 ± 9.94	0.13
Fat mass (kg)			
CON	29.81 ± 7.54	29.09 ± 7.62	0.32
PRO	24.07 ± 7.26	24.43 ± 7.11	0.52
CBT-PRO	27.33 ± 7.59	26.31 ± 8.29	0.11
Fat free mass (kg)			
CON	44.37 ± 5.71	44.47 ± 5.28	0.85
PRO	46.63 ± 8.29	46.70 ± 8.96	0.86
CBT-PRO	45.39 ± 6.42	46.44 ± 7.26	0.16

Table 3 Body composition and anthropometrics at baseline and after interventions (continue)

	Baseline	Posttest	p
SMM (kg)			
CON	24.34 ± 3.46	24.39 ± 3.21	0.88
PRO	25.66 ± 5.19	25.76 ± 5.62	0.67
CBT-PRO	25.11 ± 4.05	25.79 ± 4.56	0.12
W/H ratio			
CON	0.93 ± 0.06	0.93 ± 0.07	0.81
PRO	0.90 ± 0.05	0.91 ± 0.06	0.63
CBT-PRO	0.91 ± 0.06	0.89 ± 0.06	0.11

Note: Data are expressed as mean ± SD. CON; control group. PRO; Chicken protein cracker ingestion. CBT-PRO; Combined concurrent training and chicken protein cracker ingestion. BMI; Body mass index. SMM; skeletal muscle mass. W/H ratio; waist to hip ratio. Normal distribution; body weight, BMI, fat mass, fat free mass, SMM. Non-normal distribution; Body fat (%), W/H ratio.

Table 4 Lipid profile parameters at baseline and after interventions

	Baseline	Posttest	p
Total cholesterol (mg/dL)			
CON	1442.74 ± 359.81	1476.55 ± 309.45	0.78
PRO	1396.38 ± 395.42	1355.02 ± 392.47	0.45
CBT-PRO	1616.18 ± 405.46	1649.42 ± 297.67	0.79
Triglyceride (mg/dL)			
CON	170.08 ± 97.20	157.50 ± 63.44	0.53
PRO	106.22 ± 53.44	120.33 ± 29.20	0.14
CBT-PRO	141.64 ± 60.72	166.36 ± 49.66	0.17
HDL cholesterol (mg/dL)			
CON	36.67 ± 8.54	41.08 ± 7.00	0.08
PRO	37.78 ± 6.30	36.11 ± 7.85	0.44
CBT-PRO	32.36 ± 5.80	32.45 ± 3.45	0.83
LDL cholesterol (mg/dL)			
CON	120.67 ± 50.98	119.58 ± 55.32	0.90
PRO	133.78 ± 26.23	124.44 ± 22.68	0.43
CBT- PRO	114.09 ± 30.38	108.09 ± 27.69	0.43

Note: Data are expressed as mean ± SD. CON; control group. PRO; Chicken protein cracker ingestion. CBT-PRO; Combined concurrent training and chicken protein cracker ingestion. HDL; high density lipoprotein. LDL; low density lipoprotein. Normal distribution; total cholesterol, LDL. Non-normal distribution; triglyceride, HDL.

Table 5 Dietary intake and physical activity at baseline and after interventions

	Baseline	Posttest	p
Dietary intake			
Energy intake (Kcal/day)			
CON	1442.74 ± 359.81	1476.55 ± 309.45	0.56
PRO	1396.38 ± 395.42	1355.02 ± 392.47	0.69
CBT-PRO	1616.18 ± 405.46	1649.42 ± 297.67	0.77
Carbohydrate (g/day)			
CON	189.36 ± 66.68	198.20 ± 63.61	0.35
PRO	176.14 ± 45.52	183.17 ± 54.95	0.70
CBT-PRO	205.08 ± 80.23	208.72 ± 39.25	0.63
Carbohydrate (%)			
CON	51.53 ± 7.92	53.21 ± 9.59	0.45
PRO	52.80 ± 14.06	54.65 ± 10.23	0.58
CBT-PRO	49.91 ± 8.87	51.39 ± 9.74	0.74
Protein (g/day)			
CON	63.90 ± 20.41	67.49 ± 18.94	0.35
PRO	55.73 ± 32.17	54.75 ± 23.81	0.88
CBT-PRO	71.45 ± 18.25	69.62 ± 20.07	0.70
Protein (%)			
CON	18.48 ± 6.02	18.60 ± 4.89	0.92
PRO	15.36 ± 5.16	15.77 ± 3.55	0.76
CBT-PRO	17.92 ± 3.19	16.90 ± 3.87	0.48
Fat (g/day)			
CON	47.75 ± 11.80	45.98 ± 15.67	0.71
PRO	52.10 ± 28.89	44.82 ± 18.79	0.39
CBT-PRO	56.68 ± 14.79	59.56 ± 22.63	0.70
Dietary intake			
Fat (%)			
CON	30.00 ± 3.61	28.19 ± 8.89	0.49
PRO	31.84 ± 9.41	29.58 ± 8.69	0.48
CBT-PRO	32.17 ± 7.31	31.71 ± 8.56	0.91
Physical activity			
High intensity (min)			
CON	112.50 ± 136.06	110.00 ± 111.03	1.00
PRO	120.00 ± 104.88	123.00 ± 101.44	0.79
CBT-PRO	115.83 ± 127.24	112.50 ± 128.00	1.00

Table 5 Dietary intake and physical activity at baseline and after interventions (continue)

	Baseline	Posttest	p
Moderate intensity (min)			
CON	517.50 ± 771.76	538.75 ± 761.27	0.18
PRO	1349.50 ± 1286.16	1302.50 ± 1254.20	0.59
CBT-PRO	776.25 ± 840.48	773.75 ± 686.60	0.79
Low intensity (min)			
CON	572.92 ± 260.82	605.00 ± 280.05	0.32
PRO	758.00 ± 739.95	686.50 ± 666.05	0.07
CBT-PRO	707.92 ± 591.44	707.50 ± 691.63	0.85

Note: Data are expressed as mean ± SD. CON; control group. PRO; Chicken protein cracker ingestion. CBT-PRO; Combined concurrent training and chicken protein cracker ingestion. Normal distribution; energy intake, carbohydrate, carbohydrate (%), protein (%), fat, fat (%). Non-normal distribution; protein.

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของการเสริมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซทร่วมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อองค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดในผู้ที่มิภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมโปรตีน และกลุ่มเสริมโปรตีนร่วมกับการออกกำลังกาย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติขององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม

ผลการศึกษาค้างนี้ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือด ทั้ง 3 กลุ่ม ทั้งนี้อาจเกิดจากอาสาสมัครมีการบริโภคอาหารที่มีสัดส่วนของสารอาหารแต่ละชนิดไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก ทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (พลังงานและสารอาหารแสดงใน Table 5) และเมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของสารอาหารประเภทโปรตีนในการศึกษาค้างนี้พบว่า อาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มีการบริโภคโปรตีนอยู่ในปริมาณที่ต่ำเฉลี่ยร้อยละ 17 ของปริมาณพลังงานทั้งหมดต่อวัน สอดคล้องกับการศึกษาแบบ meta-analysis ของ Vogtschmidt *et al.* (2021) ที่รายงานว่า การบริโภคโปรตีนในปริมาณต่ำร้อยละ 18 ของปริมาณพลังงานทั้งหมดต่อวัน ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือด ในขณะที่

การบริโภคโปรตีนในปริมาณสูงร้อยละ 28 ของปริมาณพลังงานทั้งหมดต่อวัน ส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลง 0.13 กิโลกรัม มวลไขมันลดลง 0.14 กิโลกรัม คอเลสเตอรอลลดลง 0.11 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และไตรกลีเซอไรด์ลดลง 0.22 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากการบริโภคโปรตีนในปริมาณที่สูง ซึ่งส่งผลให้ได้รับปริมาณจากคาร์โบไฮเดรตหรือไขมันลดลง อีกทั้งการบริโภคโปรตีนในปริมาณสูงทำให้ได้รับกรดอะมิโนสูงขึ้นด้วย โดยกรดอะมิโนอาจมีผลไปช่วยควบคุมการหลั่งฮอร์โมนอยากอาหารและกระบวนการเผาผลาญ เช่น เกรลิน (Ghrelin) เลปติน (Leptin) อินซูลิน (Insulin) คอเลซิสโทไคนิน (Cholecystokinin) เปปไทด์ไทโรซีน-ไทโรซีน (Peptide YY) และกลูคาگون-ไลค์ เปปไทด์-วัน (Glucagon-like peptide-1) ส่งผลให้เกิดความรู้สึกอยากอาหารลดลง และมีความรู้สึกอิ่มนาน ทำให้ร่างกายได้รับพลังงานเข้าช้าน้อยลง จึงส่งผลให้องค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดเกิดการเปลี่ยนแปลง (Babaei & Nouri, 2022) นอกจากนี้ การบริโภคโปรตีนในปริมาณที่สูงยังส่งผลให้เกิดการสะสมไกลโคเจนที่ลดลง และส่งผลให้ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลงอีกด้วย (Gannon & Nuttall, 2004; Moon & Koh, 2020)

ทั้งนี้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานที่ใช้ในการศึกษานี้ กำหนดให้ออกกำลังกายแบบมีแรงต้านด้วยท่าบอดี้เวทที่ความหนักระดับเบาถึงปานกลาง วันละ 20 นาที และตามด้วยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยท่ามวยไทยที่ความหนักร้อยละ 65-75 ของ HRR วันละ 20 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ รวมถึงผลของกิจกรรมทางกายพบว่า ภายหลัง 8 สัปดาห์ ทั้ง 3 ระดับความหนักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กิจกรรมทางกายแสดงใน Table 5) ซึ่งทั้งโปรแกรมการออกกำลังกายและกิจกรรมทางกายอาจมีความหนักหรือมีระยะเวลาไม่เพียงพอที่จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือด โดยจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า องค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเมื่อออกกำลังกายเป็นประจำ โดยเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกวันละ 30-60 นาที ที่ความหนักร้อยละ 55-90 ของ MHR และออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่ความหนักร้อยละ 50-70 ของ 1RM เซตละ 8-15 ครั้ง จำนวน 2-4 เซต เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ถึง 8 เดือน (Klomklom & Phoemsapthawee, 2021; Tan, Li, & Wang, 2012; Theodorou *et al.*, 2016)

จากผลการศึกษาดังกล่าว การเสริมโปรตีนไก่ไฮโดรไลเซทรวมกับการออกกำลังกายแบบผสมผสาน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ไม่ส่งผลให้องค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดเกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากอาสาสมัครฯ มีการบริโภคอาหารที่มีสัดส่วนของสารอาหารแต่ละชนิดไม่แตกต่างจากเดิม และพบว่าการบริโภคโปรตีนรวมต่อวันอยู่ในปริมาณที่ต่ำ แม้ว่าจะมีการบริโภคโปรตีนเสริม นอกจากนี้ ระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านและระยะเวลาในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายและระดับไขมันในเลือดในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มกลุ่มออกกำลังกายแบบผสมผสานเพียงอย่างเดียว เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของผลการทดลอง
2. ควรมีการกำหนดหรือควบคุมการบริโภคโปรตีนในแต่ละวันเพื่อให้อาสาสมัครฯ ได้รับโปรตีนในปริมาณที่เหมาะสม
3. ควรเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านและเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

เอกสารอ้างอิง

- ทองศักดิ์ ทองศรีสุข. (2564). การศึกษาขนาดอิทธิพลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมวยไทยต่อสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 15(3), 74-87.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ*. ชลบุรี: วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). *สำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารของประชากร พ.ศ. 2560*. กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ
- Babaei, A., & Nouri, M. (2022). Effects of whey protein on appetite: An overview with a mechanistic insight. *Journal of Clinical Images and Medical Case Reports*, 3, 1-4. doi: 10.52768/2766-7820/2065.
- Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Metsios, G. S., Perivoliotis, K., Liguori, G., Feito, Y., Krstrup, P. (2022). Comparative efficacy of 5 exercise types on cardiometabolic health in overweight and obese adults: A systematic review and network meta-analysis of 81 randomized controlled trials. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 15(6) , e008243. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008243

- Daliri, E. B.-M., Oh, D. H., & Lee, B. H. (2017). Bioactive peptides. *Foods*, 6(5), 1-21. doi: 10.3390/foods6050032.
- Gannon, M. C., & Nuttall, F. Q. (2004). Effect of a high-protein, low-carbohydrate diet on blood glucose control in people with type 2 diabetes. *Diabetes*, 53(9), 2375-2382. doi: 10.2337/diabetes.53.9.2375.
- Hassanzadeh-Rostami, Z., Abbasi, A., & Faghih, S. (2020). Effects of biscuit fortified with whey protein isolate and wheat bran on weight loss, energy intake, appetite score, and appetite regulating hormones among overweight or obese adults. *Journal of Functional Foods*, 70, 103743. doi: 10.1016/j.jff.2019.103743.
- Klomklorm, A., Ruangthai, R., Vaithanomsat, P., Sukatta, U., & Phoemsapthawee, J. (2020). Concurrent training and Eri silkworm pupae ingestion improve resting and exercise fat oxidation and energy expenditure in obese adults. *Journal of exercise rehabilitation*, 16(5), 467.
- Liguori, G., & American College of Sports Medicine. (2020). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L., & Poli, A. (2015). Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. *Food & nutrition research*, 59, 27606. doi: 10.3402/fnr.v59.27606.
- Moon, J., & Koh, G. (2020). Clinical evidence and mechanisms of high-protein diet-induced weight loss. *Journal of obesity & metabolic syndrome*, 29(3), 166. doi:10.7570/jomes20028
- Pesta, D. H., & Samuel, V. T. (2014). A high-protein diet for reducing body fat: mechanisms and possible caveats. *Nutrition & metabolism*, 11, 1-8. doi: 10.1186/1743-7075-11-53
- Philippou, C., Andreou, E., Menelaou, N., Hajigeorgiou, P., & Papandreou, D. (2012). Effects of diet and exercise in 337 overweight/obese adults. *Hippokratia*, 16(1), 46.
- Solomon, T. P., Sistrun, S. N., Krishnan, R. K., Del Aguila, L. F., Marchetti, C. M., O'Carroll, S. M., Kirwan, J. P. (2008). Exercise and diet enhance fat oxidation and reduce insulin resistance in older obese adults. *Journal of Applied Physiology*. 104(5). 1313-1319. doi: 10.1152/japplphysiol.00890.2007
- Tan, S., Li, W., & Wang, J. (2012). Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *Journal of sports science & medicine*, 11(3), 495.
- Theodorou, A. A., Panayiotou, G., Volaklis, K. A., Douda, H. T., Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Papadopoulos, I. (2016). Aerobic, resistance and combined training and detraining on body composition, muscle strength, lipid profile and inflammation in coronary artery disease patients. *Research in sports medicine*, 24(3), 171-184. doi: 10.1080/15438627.2016.1191488

Vogtschmidt, Y. D., Raben, A., Faber, I., de Wilde, C., Lovegrove, J. A., Givens, D. I., Soedamah-Muthu, S. S. (2021). Is protein the forgotten ingredient: Effects of higher compared to lower protein diets on cardiometabolic risk factors. A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Atherosclerosis*, 328, 124-135. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2021.05.011

World Health Organization. (2021). Obesity and overweight. Retrieved September 21, 2022, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

World Health Organization. (2022a). *WHO European regional obesity report 2022*: Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (2022b). *World Obesity Day 2022 – Accelerating action to stop obesity*. Retrieved December 2, 2022, from <https://www.who.int/news/item/04-03-2022-world-obesity-day-2022-accelerating-action-to-stop-obesity>