

บทความวิจัย**ผลของการใช้กรดอะมิโนร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อองค์ประกอบ
ร่างกายและสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในบุคคลสุขภาพดี**

กสิวัฒน์ เจียรณะกานนท์ และคุณัญญา มาสดใส

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 8 December 2023 / Revised: 14 February 2024 / Accepted: 4 May 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดอะมิโนร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในบุคคลสุขภาพดี

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างคือบุคคลที่มีสุขภาพดีเพศชายและหญิงที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ อายุระหว่าง 25-50 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม (CON) เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลอง (AA+RT) ที่ได้รับการเสริมกรดอะมิโนร่วมกับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้าน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการทดสอบตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ สัปดาห์ที่ 6 ของการฝึก และหลังการฝึกครบ 12 สัปดาห์ แล้วนำมาเปรียบเทียบทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้การทดสอบวัดความแปรปรวนแบบผสม และใช้การทดสอบแบบรายคู่ด้วยสถิติ LSD ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ $p < 0.05$

ผลการวิจัย หลังการจบโปรแกรม 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับกรดอะมิโนร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านมีปริมาณไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ในขณะที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงนี้ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน และขา, และเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึก 6 และ 12 สัปดาห์ ในทั้ง 2 กลุ่ม โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ($p > 0.05$)

สรุปผลการวิจัย การใช้กรดอะมิโนร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สามารถลดปริมาณไขมันใต้ผิวหนังในร่างกายได้มากกว่าเพิ่มการฝึกด้วยแรงต้านเพียงอย่างเดียว แต่ความแข็งแรง และขนาดของกล้ามเนื้อมีการพัฒนาขึ้นคล้ายกัน

คำสำคัญ: โปรตีน / กรดอะมิโน / การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน / องค์ประกอบของร่างกาย / สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

Original Article

EFFECTS OF THE COMBINATION OF AMINO ACID SUPPLEMENT AND RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITION AND MUSCULAR FITNESS IN HEALTHY PEOPLE

Kasiwat Jeanthanakanond and Kunanya Masodsai

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 8 December 2023 / Revised: 14 February 2024 / Accepted: 4 May 2024

Abstract

Purpose To investigate the effects of the combination of amino acid supplement and resistance training on body composition and muscular fitness in healthy people.

Methods Participants in this study were those who were 30 healthy males and females aged between 25-50 years old. They were randomly divided into control group (CON) received resistance training only and experimental group (AA+RT) received essential amino acid powder and resistance training for a total 12 weeks. Body composition, muscle strength, and muscle size were carefully monitored before, at 6 weeks, and 12 weeks of the program. Then, SPSS software was utilized to perform the statistical analysis with Mixed-model ANOVA with LSD post hoc test. The p value less than 0.05 was set as the statistical significance.

Results After 12 weeks, AA+RT showed the decreased body fat mass ($p < 0.05$) when compared with before training. While there were no significant differences on control group ($p > 0.05$). Moreover, arms and legs muscle strength, circumference, and thickness were significantly increased at week 6 and the end of 12 weeks in both groups with no significant differences among groups ($p > 0.05$).

Conclusion The combination of amino acid supplement and resistance training can improve body composition greater than resistance training alone while muscular strength and size were similar.

Key Words: Protein / Amino acid / Resistance Exercises / Body composition / Muscular fitness

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านเป็นรูปแบบของการออกกำลังกายโดยมีแรงจากภายนอกมากระทำต่อกล้ามเนื้อส่งผลให้กล้ามเนื้อแข็งแรง (Strength) และเกิดการขยายตัวขึ้น (Hypertrophy) (Phillips and Winett, 2010) และยังสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายและความสามารถในการทำกิจกรรมต่างๆ อีกด้วย (Thanalerdsomboon and Chuensiri, 2023) ซึ่งทางวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (American College of Sports Medicine; ACSM) ซึ่งได้แนะนำแนวทางในการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ที่มีสุขภาพดีไว้ว่า ควรออกกำลังกาย 2-3 วันต่อสัปดาห์ ที่ความหนัก 60-80% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ (1 repetition maximum; 1RM) จำนวน 8-12 ครั้งต่อเซต จำนวน 2-4 เซต พักระหว่างเซต 2-3 นาที โดยถ้าออกในกล้ามเนื้อมัดเดิมควรพัก 24-48 ชั่วโมง (American college of sports medicine, 2018)

การรับประทานโปรตีนหรือกรดอะมิโนเป็นอีกแนวทางที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อและยับยั้งการสลายโปรตีน ซึ่งทำให้สมดุลของโปรตีนไปในทิศทางที่ดีทั้งในเด็กและผู้สูงอายุ (Koopman and van Loon, 2009) ซึ่งสถาบันโภชนาการและการกำหนดอาหาร (NDTR) ได้แนะนำปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมไว้ โดยในคนทั่วไปให้รับประทานจำนวน 0.8 กรัม/น้ำหนักตัว คนออกกำลังกายประจำ 0.8-1.0 กรัม/น้ำหนักตัว คนที่ต้องการเสริมกล้ามเนื้อ 1.6-2.0 กรัม/น้ำหนักตัว ผู้สูงอายุ 1.0-1.5 กรัม/น้ำหนักตัว และผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก 1.5-1.8 กรัม/น้ำหนักตัว สามารถรับประทานได้จาก เนื้อ นม ไข่ อาหารเสริม และอื่นๆ (Burd

et al., 2009) เมื่อรับประทานเข้าไป โปรตีนจะถูกย่อยลงเป็นกรดอะมิโน ซึ่งกรดอะมิโนเป็นสารประกอบที่มีหมู่อะมิโน (-NH₂) และหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) และเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของโปรตีน กรดอะมิโนมีหน้าที่ที่หลากหลาย กรดอะมิโนบางชนิดช่วยในกระบวนการก่อตัวของเนื้อเยื่อโปรตีน กรดอะมิโนบางชนิดเป็นส่วนหนึ่งของการก่อตัวของเอนไซม์ ซึ่งกรดอะมิโนบางตัวไม่สามารถสร้างขึ้นภายในร่างกายได้ จำเป็นต้องรับจากการรับประทานอาหาร มีชื่อเรียกว่า กรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acids) (Akram et al., 2011) กรดอะมิโนมีหน้าที่ควบคุมทางชีวภาพ เช่น ลิวซีน (Leucine) เพิ่มเมตาบอลิซึมของโปรตีนในกล้ามเนื้อ อาร์จินีน (Arginine) มีฤทธิ์ขยายหลอดเลือดและเสริมภูมิคุ้มกัน และกรดแกมมาอะมิโนบิวทริก หรือกาบา (Gamma-Amino Butyric Acid: GABA) และช่วยควบคุมความดันโลหิต (Li et al., 2007) เมื่อรับประทานกรดอะมิโนจะส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Dideriksen et al., 2013) เนื่องจากกรดอะมิโนที่ดูดซึมเข้าไปในร่างกายจะถูกดึงไปรวมที่กล้ามเนื้อ (Amino acid pool) แล้วกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อโดย Insulin-liked growth factor 1 (IGF-1) กระตุ้นให้ Mamalian Target of Rapamycin (mTOR) ทำงานและกล้ามเนื้อเจริญเติบโตขึ้นผ่าน Mothers against decapentaplegic homolog 3 (Smad3) และ Protein kinase B (Akt) ให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อในที่สุด (Schiaffino et al., 2013) โดยจากการศึกษาในปี 2006 ของ Bird ได้ทำการศึกษาผลของการทานคาร์โบไฮเดรตเหลว

และกรดอะมิโนต่อระดับฮอร์โมนและการพัฒนาของกล้ามเนื้อเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ชายที่ไม่ออกกำลังกาย โดยทำการฝึก 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน พบว่า การทานกรดอะมิโนคู่กับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ พื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Bird et al., 2006) นอกจากนี้ ในปี 2007 ของ Willoughby ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านและโปรตีนที่ผสมกรดอะมิโนต่อการสังเคราะห์และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการฝึก 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง ความหนัก 85-90% 1RM จำนวน 6-8 ครั้ง ก่อนและหลังออกกำลังกาย 1 ชั่วโมง ซึ่งพบว่า การออกกำลังกายรวมกับการกินโปรตีนช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ ส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat free mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระดับ IGF-1, IGF-1 mRNA, MHC I, IIa และไมโอไฟบริลลาโปรตีนในเลือด (Willoughby et al., 2007)

แม้ผลของการศึกษาก่อนหน้าแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการเสริมโปรตีนรวมกับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อปริมาณและการทำงานของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ได้มีการคิดค้นผลิตภัณฑ์กรดอะมิโนซึ่งสังเคราะห์ได้เป็นผง ที่ให้ความสะดวก รับประทานได้ง่าย ดูซึมได้เร็วกว่าโปรตีนที่ได้จากการรับประทานเนื้อสัตว์ถึง 2 เท่า แต่ยังคงรับประทานโปรตีนหรือกรดอะมิโนเป็นอีกแนวทางที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อและยับยั้งการสลายโปรตีนซึ่งทำให้สมดุลของโปรตีนไปในทิศทางที่ดีทั้งในเด็กและผู้สูงอายุ (Koopman and van Loon, 2009)

ซึ่งสถาบันโภชนาการและการกำหนดอาหาร (NDTR) ได้แนะนำปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมไว้ โดยในคนทั่วไปได้รับประทานจำนวน 0.8 กรัม/น้ำหนักตัว คนออกกำลังกายประจำ 0.8-1.0 กรัม/น้ำหนักตัว คนที่ต้องการเสริมกล้ามเนื้อ 1.6-2.0 กรัม/น้ำหนักตัว ผู้สูงอายุ 1.0-1.5 กรัม/น้ำหนักตัว และผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก 1.5-1.8 กรัม/น้ำหนักตัว สามารถรับประทานได้จาก เนื้อ นม ไข่ อาหารเสริม และอื่นๆ (Burd et al., 2009) เมื่อรับประทานเข้าไป โปรตีนจะถูกย่อยลงเป็นกรดอะมิโน ซึ่งกรดอะมิโนเป็นสารประกอบที่มีหมู่อะมิโน (-NH₂) และหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) และเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของโปรตีน กรดอะมิโนมีหน้าที่ที่หลากหลาย กรดอะมิโนบางชนิดช่วยในกระบวนการก่อตัวของเนื้อเยื่อโปรตีน กรดอะมิโนบางชนิดเป็นส่วนหนึ่งของการก่อตัวของเอนไซม์ ซึ่งกรดอะมิโนบางตัวไม่สามารถสร้างขึ้นภายในร่างกายได้ จำเป็นต้องรับจากการรับประทานอาหารที่มีชื่อเรียกว่า กรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acids) (Akram et al., 2011) กรดอะมิโนมีหน้าที่ควบคุมทางชีวภาพ เช่น ลิวซีน (Leucine) เพิ่มเมตาบอลิซึมของโปรตีนในกล้ามเนื้อ อาร์จินีน (Arginine) มีฤทธิ์ขยายหลอดเลือดและเสริมภูมิคุ้มกัน และกรดแกมมาอะมิโนบิวทริก หรือกาบา (Gamma - Amino Butyric Acid : GABA) และช่วยควบคุมความดันโลหิต (Li et al., 2007) เมื่อรับประทานกรดอะมิโนจะส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Dideriksen et al., 2013) เนื่องจากกรดอะมิโนที่ดูดซึมเข้าไปในร่างกายจะถูกดึงไปรวมที่กล้ามเนื้อ (Amino acid pool) แล้วกระตุ้น

การสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อ โดย Insulin-like growth factor 1 (IGF-1) จะกระตุ้นให้ Mamalian Target of Rapamycin (mTOR) ทำงานและกล้ามเนื้อเจริญเติบโตขึ้นผ่าน Mothers against decapentaplegic homolog 3 (Smad3) และ Protein kinase B (Akt) ให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อในที่สุด (Schiaffino et al., 2013) โดยจากการศึกษาในปี 2006 ของ Bird ได้ทำการศึกษาผลของการทานคาร์โบไฮเดรตเหลวและกรดอะมิโนต่อระดับฮอร์โมนและการพัฒนาของกล้ามเนื้อกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ชายที่ไม่ออกกำลังกาย โดยทำการฝึก 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน พบว่าการทานกรดอะมิโนคู่กับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ พื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Bird et al., 2006) นอกจากนี้การศึกษาในปี 2007 ของ Willoughby ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านและโปรตีนที่ผสมกรดอะมิโนต่อการสังเคราะห์และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยทำการฝึก 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง ความหนักที่ 85-90% 1RM จำนวน 6-8 ครั้ง ก่อนและหลังออกกำลังกาย 1 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าการออกกำลังกายร่วมกับการกินโปรตีนช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ ส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat free mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระดับ IGF-1, IGF-1 mRNA, MHC I, และ IIa และ ไมโอไฟบริลลาโปรตีนในเลือด (Willoughby et al., 2007)

แม้ผลของการศึกษาก่อนหน้าแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการเสริมโปรตีนร่วมกับการฝึก

ออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อปริมาณและการทำงานของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ได้มีการคิดค้นผลิตภัณฑ์กรดอะมิโนซึ่งสังเคราะห์ได้เป็นผง ที่ให้ความสะดวก รับประทานได้ง่าย ดื่มได้เร็วกว่าโปรตีนที่ได้จากการรับประทานเนื้อสัตว์ถึง 2 เท่า แต่ยังไม่มีการพิสูจน์ทราบทางวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกถึงผลของการเสริมกรดอะมิโนนี้ต่อปริมาณกล้ามเนื้อในร่างกายความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงค่าสารชีวเคมีในเลือดซึ่งแสดงถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการรับประทานโปรตีนที่มากเกินไป จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดอะมิโนร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในบุคคลสุขภาพดี

สมมติฐานของการวิจัย

การใช้กรดอะมิโนร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถพัฒนาองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในบุคคลสุขภาพดีได้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดอะมิโนร่วมกับการ

ออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อองค์ประกอบร่างกาย และสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในบุคคลสุขภาพดี ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจาก คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย COA No. 057/66 รับรองเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2566 และดำเนินการ ทดลองเก็บข้อมูลที่ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา การออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนจะเข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 3 ครั้งต่อคน โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับผลิตภัณฑ์กรดอะมิโน ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากองค์การอาหารและยา (อย.) แล้ว เพื่อรับประทานวันละ 1 ครั้ง ทุกวัน โดยละลายผงกรดอะมิโน ช้อนตวงในน้ำเปล่า 240 มิลลิลิตร หากเป็นวันที่มีการออกกำลังกาย ให้ดื่มจนหมดแล้วเริ่มออกกำลังกายตามโปรแกรม ทันที ในวันอื่นที่ไม่มีการออกกำลังกายให้ดื่มก่อนนอน โดยหลีกเลี่ยงกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกาย อื่น รวมถึงอาหารเสริมหรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งผล ต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพกล้ามเนื้อ ตลอดการวิจัยโปรแกรมการฝึกแบบแรงต้าน คือ ทำการฝึก ท่าละ 10-12 ครั้งต่อเซต 3-4 เซต ที่ความหนัก 75-80%1RM 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ระยะเวลาพัก ระหว่างรอบ 60 วินาที และพักระหว่างท่า 90 วินาที โดยทำการทดสอบ วัด โดยทำการทดสอบวัดตัวแปร ได้แก่ กลุ่มข้อมูล พื้นฐานของร่างกาย การไหลเวียนโลหิตและอัตรา การเต้นของหัวใจและหลอดเลือด สารชีวเคมีใน เลือดต่างๆของร่างกาย ค่าสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วงบนจากการออกแรง สูงสุดใน 1 ครั้ง, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ช่วงล่างจากการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง และทดสอบ ความแข็งแรงสูงสุดของเข่าและแขนจากกำลังสูงสุด ของกล้ามเนื้ออย่างคืบ และล่าง โดยใช้เครื่อง Isokinetic dynamometer (Biodex, USA) โดย ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการทดสอบตามโปรแกรมโดย การเหยียดเข่าให้สุดและงอเท้าให้แรงและเร็วที่สุด ขนาดของกล้ามเนื้อ ได้แก่ กล้ามเนื้อบริเวณแขน และขา โดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ (Ultrasound) แล้วนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ การทดสอบ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ ซึ่งกำหนดนัยสำคัญ ทางสถิติที่ 0.05

ผู้เข้าร่วมการวิจัย อาสาสมัครทั้งหญิงและ ชาย อายุ 25-50 ปี ในกรุงเทพมหานครที่ไม่มีออก กำลังกายเป็นประจำอย่างน้อย 3 เดือนก่อนการเข้าร่วมงานวิจัย คำนวณขนาดกลุ่ม ตัวอย่างโดยใช้ โปรแกรมจิสตาร์พาวเวอร์ (G*power) และใช้ข้อมูล จากงานวิจัยของ Morat และคณะ (2020) กำหนดค่า อำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่า ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Probable error; α) ที่ 0.05 ได้ ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; d) ที่ 0.50 ได้ ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม 24 คน (Morat et al., 2020) เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของ ผู้เข้าร่วมการวิจัยระหว่างดำเนินการฝึก ผู้วิจัย จึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 30 คน กลุ่มละ 15 คน ตามเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) (1) ต้องเป็นผู้มีสุขภาพดี ไม่มีข้อห้ามในการออก กำลังกาย ไม่มีการบาดเจ็บ การเจ็บป่วย โรคติดต่

ร้ายแรงทางระบบหัวใจ ระบบหายใจ ระบบกระดูก และกล้ามเนื้อ รวมถึงการผ่าตัดใด ๆ ในช่วง 3 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย (2) มีค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ไม่เกิน 25.0 (3) ถ้าเป็นผู้เข้าร่วมวิจัยหญิงต้องไม่อยู่ในวัยหมดประจำเดือน ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำ ที่ระดับปานกลางขึ้นไป เกินกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ อย่างน้อย 3 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย ไม่แพ้โปรตีน หรือกรดอะมิโน ไม่ใช้อาหารเสริม ยา หรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพกล้ามเนื้อในช่วง 2 เดือน ก่อนเข้าร่วมการวิจัย เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ดังนี้ (1) พบว่ามีอุบัติเหตุ ภาวะแทรกซ้อนใดๆ หรืออาการไม่พึงประสงค์ในระหว่างการออกกำลังกาย (2) พบว่าได้รับยาหรืออาหารเสริมที่มีผลต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพกล้ามเนื้อในระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย (3) เข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายไม่ถึง 80% ของระยะเวลาการฝึก หรือจำนวนไม่ถึง 29 ครั้ง จากทั้งหมด 36 ครั้ง (4) ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลตัวแปร ในการทดสอบการทดลอง ตามขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย และสัญญาณชีพ

1.1) วัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) ได้แก่ น้ำหนักตัว, ส่วนสูง, ปริมาณไขมันและกล้ามเนื้อส่วนลำตัว-แขน-ขา ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (DEXA Scanner, USA) โดยผู้วิจัยทำการกรอกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย (เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง) บันทึกและนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล

โดยจะใช้ค่าตัวแปรน้ำหนักที่ไม่รวมไขมัน (Lean mass) เปอเซ็นต์ไขมัน (%fat)

1.2) วัดชีพจรขณะพักโดยใช้ Telemetry heart rate monitor (Polar, Germany) ให้กลุ่มตัวอย่างสวมสายรัดอุปกรณ์บริเวณกลางหน้าอก เยื้องไปด้านซ้ายประมาณ 3 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับโทรศัพท์มือถือที่มีแอปพลิเคชัน แล้วทำการบันทึกข้อมูล ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

1.3) วัดความดันโลหิตขณะพัก โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ (Auto Sphygmomanometer, Omron, Japan) ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพัก 5 นาที แล้วจึงวัดท่านั่งด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต

2. ทดสอบตัวแปรสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

2.1) วัดเส้นรอบวงกล้ามเนื้อ (Muscle Circumference) โดยใช้สายวัด ได้แก่ เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อแขน และกล้ามเนื้อขาทั้ง 2 ข้าง โดยวัดในหน่วยเซนติเมตร

2.2) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ยี่ห้อไบโอเด็กซ์ รุ่นไบโอเด็กซ์มัลติ-จอยท์ซิสเต็ม-โปร (Biodex Multi-Joint System-Pro, Biodex, USA) ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อรยางค์บน (Upper limbs muscle strength) และกล้ามเนื้อรยางค์ล่าง (Lower limbs muscle strength) โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอบอุ่นร่างกาย 10 นาที พร้อมทั้งยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการทดสอบ โดยทำการทดสอบดังนี้

2.2.1) วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างคืบหน้า ด้วยท่าเหยียดแขน (Triceps) งอแขน (Biceps) ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเครื่องไอโซคิเนติกทำการเหยียดแขนและงอแขน 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงงอแขนและเหยียดแขนให้แรงที่สุดจำนวน 3 ครั้ง ด้วยความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที

2.2.2) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างคืบหน้า ด้วยท่าเหยียดเข้า โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเครื่องไอโซคิเนติก ทำการเหยียดขาและงอขา 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาขึ้นและงอขาให้แรงที่สุด จำนวน 3 ครั้ง ด้วยความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

เริ่มการทดลอง (Intervention) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ตามกลุ่มที่กลุ่มตัวอย่างได้รับ โดยกลุ่มควบคุม ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้าน (RT) โดยให้หลีกเลี่ยงกิจกรรมทางกาย หรือการออกกำลังกายใดๆ อาหารเสริมหรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพกล้ามเนื้อ บันทึกการอาหารและเครื่องดื่มทุกชนิดที่รับประทานในแต่ละวัน แจ้งแก่ผู้ช่วยวิจัยเพื่อบันทึกข้อมูลทางโภชนาการตลอดการวิจัย และกลุ่มทดลอง ได้รับการเสริมกรดอะมิโนรวมกับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้าน (EAA+RT) กลุ่มตัวอย่างในกลุ่มนี้จะได้รับผลิตภัณฑ์กรดอะมิโน เพื่อรับประทานวันละ 1 ครั้ง ปริมาณที่บริโภคคือ 0.087 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (Børsheim et al., 2002)

โดยผู้วิจัยเป็นคนเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารเสริม โดยละลายผงกรดอะมิโนในน้ำเปล่า 240 มิลลิลิตร แล้วดื่มจนหมดก่อนเริ่มออกกำลังกาย จากนั้นทำการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม และหลีกเลี่ยงกิจกรรมทางกาย หรือการออกกำลังกายอื่นๆ อาหารเสริมหรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพกล้ามเนื้อ บันทึกการอาหารและเครื่องดื่มทุกชนิดที่รับประทานในแต่ละวัน และกิจกรรมทางกายที่เข้าร่วมตลอดการวิจัย แจ้งแก่ผู้ช่วยวิจัยเพื่อบันทึกข้อมูลทางโภชนาการตลอดการวิจัย โดยทำการฝึกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ นอกจากนี้ในวันที่ไม่มีการฝึกตามโปรแกรมกลุ่มตัวอย่างจะเสริมกรดอะมิโนในปริมาณเท่ากันในช่วงเวลาก่อนนอนทุกวัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลทั้งหมดถูกนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย (Mean, X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD)
2. วิเคราะห์การกระจายของข้อมูลโดยการทดสอบ Shapiro-Wilk
3. ทดสอบความแตกต่างของข้อมูลด้วยการทดสอบวัดความแปรปรวนแบบผสม และใช้การทดสอบแบบรายคู่ด้วยสถิติ Bonferroni
4. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for The Social Science; SPSS) โดยกำหนดค่าทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และค่าความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 1 โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้าน

โปรแกรมการฝึก	Week 1-3	Week 4-6	Week 7-9	Week 8-12	กลุ่มกล้ามเนื้อ
Dumbbell Bench press	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Pectoral
Barbell Bent over Row	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Latissimus Dorsi
Back Squat	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Quadriceps
Squat	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Quadriceps
Leg lunge	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Hamstrings
Biceps Curl	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Biceps brachii
Hammer Curl	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Biceps brachii
Triceps Extension	75%1RM 10 Reps 3 set	75%1RM 10 Reps 4 set	80%1RM 10 Reps 3 set	80%1RM 10 Reps 4 set	Triceps brachii

อ้างอิง: ACSM (American college of sports medicine, 2013)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของร่างกายและสัญญาณชีพ ระหว่างก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ในบุคคลสุขภาพดี กลุ่มใช้กรดอะมิโนร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (AA+RT) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างเดียว (CON)

ตัวแปรด้าน องค์ประกอบ ร่างกายและ สัญญาณชีพ	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบผสมผสาน						
	กลุ่ม	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 12	p-value		
					เวลา	กลุ่ม	กลุ่ม*เวลา
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	AA+RT	64.91±12.14	66.07±11.38	66.59±11.39*	0.043	0.359	0.150
	Control	60.99±9.90	61.45±9.13	61.55±8.84			
ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	AA+RT	31.04±6.60	29.15±6.26*	28.80±6.34*	0.007	0.938	0.037
	Control	30.39±8.45	29.72±7.97	29.68±8.23			
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	AA+RT	20.83±5.76	19.30±5.54	19.19±5.39	0.147	0.678	0.872
	Control	19.15±6.27	19.16±6.44	19.16±6.44			
ปริมาณมวล กล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	AA+RT	42.14±9.62	44.35±8.66*	45.08±9.22*,#	<0.001	0.624	0.033
	Control	40.60±10.55	41.75±10.70*	42.34±10.95*#			
ความดันโลหิต ขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	AA+RT	113.92±10.45	115.25±13.72	117.75±11.30*	0.872	0.310	0.018
	Control	113.50±11.18	111.33±11.35	110.33±11.36			
ความดันโลหิต ขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	AA+RT	66.67±7.24	67.17±10.65	66.33±9.14	0.323	0.281	0.541
	Control	70.83±7.42	71.33±7.89	68.42±8.70			
อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที)	AA+RT	70.50±7.23	68.83±6.51	71.92±4.52	0.694	0.700	0.023
	Control	71.42±7.14	67.67±8.44*	69.00±9.22			

* p<0.05 แตกต่างจากก่อนการฝึกภายในกลุ่มเดียวกัน และ # p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มสัปดาห์ที่ 6 ภายในกลุ่มเดียวกัน

ตารางที่ 3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ระหว่างก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ในบุคคลสุขภาพดี กลุ่มใช้กรดอะมิโนรวมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (AA+RT) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างเดียว (CON)

ตัวแปรด้าน ความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อ	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบผสมผสาน						
	กลุ่ม	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 12	p-value		
					เวลา	กลุ่ม	กลุ่ม*เวลา
ท่าเหยียดแขนข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	AA+RT	32.18±12.07	34.54±13.21	41.21±13.29*,#	<0.001	0.976	0.883
	Control	32.03±13.64	34.59±13.90	40.75±15.25*,#			
ท่าเหยียดแขนข้างขวา (นิวตันเมตร)	AA+RT	32.24±10.85	36.13±13.47	43.23±14.07*,#	<0.001	0.991	0.422
	Control	32.68±14.76	37.70±15.59*	41.44±17.17*,#			
ท่างอแขนซ้าย (นิวตันเมตร)	AA+RT	22.14±8.68	25.54±9.64	28.45±7.97*	<0.001	0.719	0.594
	Control	23.30±11.99	27.33±13.26*	30.73±14.47*,#			
ท่างอแขนขวา (นิวตันเมตร)	AA+RT	23.60±10.31	27.76±10.85*	30.58±11.64*	<0.001	0.873	0.790
	Control	24.48±11.75	27.98±13.40*	31.99±15.35*,#			
ท่าเหยียดเข้าข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	AA+RT	125.34±43.64	136.24±38.99	158.67±44.53*,#	<0.001	0.832	0.048
	Control	132.18±37.92	145.83±33.54*	152.95±36.00*,#			
ท่าเหยียดเข้าข้างขวา (นิวตันเมตร)	AA+RT	134.82±32.66	148.43±33.10*	168.53±43.95*,#	<0.001	0.882	0.187
	Control	136.50±42.04	149.14±38.96*	158.34±41.95*,#			
ท่างอเข้าข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	AA+RT	60.82±20.36	67.77±21.21*	76.15±21.37*,#	<0.001	0.906	0.574
	Control	61.88±29.62	69.63±31.20*	78.66±34.68*,#			
ท่างอเข้าข้างขวา (นิวตันเมตร)	AA+RT	62.26±21.80	69.42±21.77*	77.65±22.58*,#	<0.001	0.849	0.686
	Control	63.44±28.36	73.46±29.43*	79.57±33.55*,#			

* p<0.05 แตกต่างจากก่อนการฝึกภายในกลุ่มเดียวกัน และ # p<0.05 แตกต่างจากกลุ่มสัปดาห์ที่ 6 ภายในกลุ่มเดียวกัน

ตารางที่ 4 เส้นรอบวงกล้ามเนื้อ ระหว่างก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ในบุคคลสุขภาพดีกลุ่มใช้กรดอะมิโนร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (AA+RT) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างเดียว (CON)

ตัวแปร ด้านเส้นรอบวง กล้ามเนื้อ	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบผสมผสาน						
	กลุ่ม	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 12	p-value		
					เวลา	กลุ่ม	กลุ่ม*เวลา
เส้นรอบวง กล้ามเนื้อแขน ข้างซ้าย (เซนติเมตร)	AA+RT	29.58±3.34	31.42±4.12	33.17±4.15	0.505	0.877	0.474
	Control	29.58±4.14	30.92±4.21	32.42±4.27			
เส้นรอบวง กล้ามเนื้อแขน ข้างขวา (เซนติเมตร)	AA+RT	29.58±3.34	31.83±4.24	33.58±4.29	0.575	0.920	0.244
	Control	29.58±4.14	30.92±4.21	32.50±4.42			
เส้นรอบวง กล้ามเนื้อขา ข้างซ้าย (เซนติเมตร)	AA+RT	54.42±5.58	56.17±5.52	58.00±5.69	0.512	0.945	0.723
	Control	54.75±4.39	56.08±4.60	57.75±4.56			
เส้นรอบวง กล้ามเนื้อขา ข้างขวา (เซนติเมตร)	AA+RT	54.5±5.39	56.50±5.60	58.17±5.56	0.585	0.814	0.615
	Control	54.92±4.80	55.92±4.23	57.75±4.56			

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยคือ บุคคลสุขภาพดี ทั้งหมด 24 คน ประกอบด้วย กลุ่มทดลองจำนวน 12 คน และ กลุ่มควบคุม จำนวน 12 คน (ตารางที่ 2) ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลอง

มีค่าเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 12 ของโปรแกรมการฝึก ($p<0.05$) ส่วนปริมาณไขมันและมวลไขมันในกลุ่มทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ($p<0.05$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติในตัวแปรดังกล่าว ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่สัปดาห์ที่ 6 และ สัปดาห์ที่ 12 ($p<0.05$) ในขณะที่อัตราการเต้นของ หัวใจในกลุ่มควบคุมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ สัปดาห์ที่ 6 ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่สัปดาห์ที่ 12 และในกลุ่มทดลอง ($p>0.05$)

จากตารางที่ 3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อใน การเหยียดแขนข้างซ้ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่สัปดาห์ที่ 12 เมื่อเทียบกับก่อนการฝึกและ สัปดาห์ที่ 6 ($p<0.05$) ในทั้ง 2 กลุ่ม ในขณะที่ความ แข็งแรงของการเหยียดแขนข้างขวาเพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่สัปดาห์ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อน การฝึก ($p<0.01$) และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติในสัปดาห์ที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึก ละสัปดาห์ที่ 6 ($p<0.01$) ในกลุ่มควบคุมเท่านั้น โดยไม่ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปร นี้ในกลุ่มทดลอง ความแข็งแรงในการงอแขนซ้ายของ กลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ ที่ 12 เท่านั้น ($p<0.05$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบการ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจบสัปดาห์ที่ 6 และ 12 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก นอกจากนี้ ความแข็งแรงในการงอแขนขวาของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ ที่ 6 และ 12 ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความ แตกต่างของตัวแปรทั้งหมดข้างต้นระหว่างกลุ่มที่ได้รับ กรดอะมิโนรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการฝึกแรงต้านเพียงอย่างเดียว ($p>0.05$)

ความแข็งแรงในการเหยียดเข้าข้างซ้ายและ ข้างขวาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่สัปดาห์ที่ 6 และ 12 ในกลุ่มควบคุมเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการ ฝึก ($p<0.05$) ในขณะที่กลุ่มทดลองพบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่สัปดาห์ที่ 12 เท่านั้น เมื่อ เปรียบเทียบกับก่อนการฝึกและสัปดาห์ที่ 6 ($p<0.05$) นอกจากนี้ความแข็งแรงในการงอเข้าข้างซ้าย และขวา เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 6 และ 12 ในทั้งสองกลุ่ม ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามไม่พบความ แตกต่างของตัวแปรทั้งหมดข้างต้นระหว่างกลุ่มที่ได้รับ กรดอะมิโนรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านและกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการฝึกแรงต้านเพียงอย่างเดียว ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4 เส้นรอบวงกล้ามเนื้อ (Circumference Muscle) ในกล้ามเนื้อแขนและขา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติเมื่อ เปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และสัปดาห์ที่ 6 ($p>0.05$) ในทั้งกลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนรวมกับการฝึก ด้วยแรงต้านและกลุ่มที่ได้รับการฝึกเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ เส้นรอบวงกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม ($p>0.05$)

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าน้ำหนักตัวของ ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับกรดอะมิโนรวมกับการฝึก ออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นเวลา 12 สัปดาห์ เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งการออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยส่งผลให้ร่างกาย กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อเพื่อให้มี

มวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น โดยการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านจะส่งผลกระทบกระตุ้นร่างกายให้เกิดการหลั่งโกรทฮอร์โมน (Growth Hormone) และกระตุ้นให้ตับและกล้ามเนื้อหลั่งฮอร์โมน Insulin like growth factor 1 (IGF-1) ออกมาไปจับกับตัวรับ (IGF-1 Receptor) ที่กล้ามเนื้อ จากนั้นจะเกิดการกระตุ้นฟอสโฟอินซิไทด์ 3-ไคเนส (Phosphatidylinositol 3-kinase; PI3K) และโปรตีนไคเนสบี (Protein kinase B; Akt) ภายในเซลล์ ซึ่งจะไปกระตุ้นให้ mammalian target of rapamycin complex 1 (mTORC1) และส่งสัญญาณต่อไปกระตุ้นไรโบโซมอลโปรตีน S6 ไคเนสเบตา-1 หรือที่เรียกว่าไคเนส p70S6 (p70S6K1) นอกจากนี้ยังกระตุ้น mitogen activated protein kinase (MAPK) ให้กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein synthesis; MPS) ส่งผลทำให้มีมวลกล้ามเนื้อมากขึ้น ในขณะเดียวกัน Akt ยังไปยับยั้ง Forkhead box O1 (FoxO1) ในกระบวนการสลายของโปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein breakdown; MPB) (Hulmi et al., 2009) การศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้ในห้องทดลอง (vitro) และในสภาพจริง (vivo) พบว่ากระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ และการหมุนเวียนโปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein turnover) เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากการออกกำลังกายทั้งแบบฉับพลัน (Acute effect) และผลระยะยาว (Long term effect) ที่มีการวางแผนออกแบบโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านอย่างเป็นระบบ กล้ามเนื้อลายของมนุษย์เป็นเนื้อเยื่อที่สามารถปรับตัวได้ดี และไวต่อความเครียดเชิงกล

(Mechanical stress) แรงเชิงกล ที่เกิดขึ้นในขณะที่ออกกำลังกายโดยเฉพาะการออกกำลังกายแบบแรงต้าน จะเป็นตัวกระตุ้นกล้ามเนื้อลาย ให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนภายในกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในช่วง 48 ชั่วโมงแรกหลังฝึกออกกำลังกาย ซึ่งมีส่วนช่วยกระตุ้นทำให้มีปริมาณกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น และขนาดของกล้ามเนื้อขยายใหญ่ขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนัก (Load), ระยะเวลา (Duration) ที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นสั่งการให้ออกแรง และชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นลง (Concentric contraction) หรือแบบยาวออก (Eccentric contraction) ที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกายด้วย ในทางกลับกันหากหยุดการฝึกออกกำลังกายหรือ มีพยาธิสภาพของโรคที่กระตุ้นกระบวนการสลายของโปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein breakdown; MPB) จะส่งผลให้ขนาด และปริมาณของกล้ามเนื้อลดลง กล้ามเนื้อลายเกิดการฝ่อลีบ (Muscle hypertrophy)

นอกจากการออกกำลังกายแบบแรงต้านแล้ว การรับประทานอาหารที่เหมาะสมเช่น กรดอะมิโน ยังช่วยส่งเสริมให้กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการสร้างมวลกล้ามเนื้อในร่างกายมากขึ้นอีกด้วย (Børsheim et al., 2002) ในการศึกษาวิจัยนี้ ผลจากการวิจัยคือ กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเสริมกรดอะมิโนสามารถลดปริมาณไขมันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถส่งผลช่วยให้ลดไขมันในร่างกายได้ก็จริง แต่กรดอะมิโนที่รับประทานเข้าไปเมื่อมีการกระตุ้นด้วยการออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมด้วย จะมีส่วนช่วยเพิ่มการสลายไขมัน (Fat oxidation)

ผ่านการเพิ่ม แอซีทิลโคเอนไซม์เอ (acetyl coenzyme A) เข้าสู่วัฏจักรเครบส์ หรือวัฏจักรกรดไตรคาร์บอกซิลิก (tricarboxylic acid cycle หรือ TCA cycle) เพื่อนำไขมันที่สะสมอยู่เอามาสลายแตกตัวให้อยู่ในโมเลกุลเล็กเช่น ไตรกรีเซอไรด์ (Triglycerides) และ กรดไขมัน (Fatty acids) เพื่อนำมาเป็นพลังงานทั้งในขณะพัก และขณะออกกำลังกาย (Ballor and Poehlman, 1992; Hunter et al., 1998; Ormsbee et al., 2007)

การออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อทำงาน (Neuromuscular function) ได้ดีขึ้น ส่งผลให้การส่งข้อมูล การสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ และการหดเกร็งของกล้ามเนื้อสามารถทำงานได้ดีขึ้น (Chilibeck et al., 1997) ทั้งนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการที่มีปริมาณจำนวน และขนาดของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (MPS) ที่เพิ่มมากขึ้นจากการฝึกออกกำลังกาย

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเมื่อออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อในร่างกาย ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น ทำให้เพิ่มขนาดที่วัดด้วยเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ (Grgic et al., 2020) เนื่องจากเมื่อออกกำลังกายแบบแรงต้านส่งผลให้เกิดการสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (MPS) จากกลไกการกระตุ้นของโกรทฮอร์โมน (Growth Hormone), IGF-1, PI3K, Akt, และ p70S6K1 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังกระตุ้น mitogen activated protein kinase

(MAPK) เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Andersen et al., 2005; Hulmi et al., 2010) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาวิจัยนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของขนาดเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

สรุปผลการวิจัย การฝึกออกกำลังกายด้วยแรงต้านสามารถเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ แข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ ในขณะที่การใช้กรดอะมิโนรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สามารถส่งผลดีข้างต้นได้ และยังสามารถลดปริมาณไขมันใต้ผิวหนังในร่างกายได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Akram, M., Asif, H., Uzair, M., Akhtar, N., Madni, A., Shah, S. A., Hasan, Z., and Ullah, A. (2011). Amino acids: a review article. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 3997-4000.
- Andersen, L. L., Tufekovic, G., Zebis, M. K., Cramer, R. M., Verlaan, G., Kjær, M., Suetta, C., Magnusson, P., and Aagaard, P. (2005). The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metabolism*, 54(2), 151-156.
- American college of sports medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Pune: Wolters Kluwer.

- American college of sports medicine. (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Pune: Wolters Kluwer.
- Ballor, D. L., and Poehlman, E. (1992). Resting metabolic rate and coronary-heart-disease risk factors in aerobically and resistance-trained women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(6), 968-974.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., and Marino, F. E. (2006). Independent and combined effects of liquid carbohydrate/essential amino acid ingestion on hormonal and muscular adaptations following resistance training in untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 97(2), 225-238.
- Børsheim, E., Tipton, K. D., Wolf, S. E., and Wolfe, R. R. (2002). Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 283(4), 648-657. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00466.2001>
- Burd, N. A., Tang, J. E., Moore, D. R., and Phillips, S. M. (2009). Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *Journal of Applied Physiology*, 106(5), 1692-1701.
- Chilibeck, P. D., Calder, A. W., Sale, D. G., and Webber, C. E. (1997). A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(1), 170-175.
- Dideriksen, K., Reitelseder, S., Holm, L. (2013). Influence of amino acids, dietary protein, and physical activity on muscle mass development in humans. *Nutrients*. 5(3), 852-876.
- Grgic, J., Garofolini, A., Orazem, J., Sabol, F., Schoenfeld, B. J., and Pedisic, Z. (2020). Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine*, 50(11), 1983-1999.
- Hulmi, J. J., Lockwood, C. M., and Stout, J. R. (2010). Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein. *Nutrition & Metabolism*, 7(1), 51. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-51>

- Hulmi, J. J., Tannerstedt, J., Selanne, H., Kainulainen, H., Kovanen, V., and Mero, A. A. (2009). Resistance exercise with whey protein ingestion affects mTOR signaling pathway and myostatin in men. *Journal of Applied Physiology*, 106(5), 1720-1729.
- Hunter, G. R., Weinsier, R. L., Bamman, M. M., and Larson, D. E. (1998). A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *International Journal of Obesity*, 22(6), 489-493.
- Koopman, R., and Van Loon, L. J. (2009). Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 106(6), 2040-2048.
- Li, P., Yin, Y. L., Li, D., Kim, S. W., and Wu, G. (2007). Amino acids and immune function. *The British Journal of Nutrition*, 98(2), 237-252.
- Morat, M., Faude, O., Hanssen, H., Ludyga, S., Zacher, J., Eibl, A., Albracht, K., and Donath, L. (2020). Agility training to integratively promote neuromuscular, cognitive, cardiovascular and psychosocial function in healthy older adults: a study protocol of a one-year randomized-controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1853. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061853>
- Ormsbee, M. J., Thyfault, J. P., Johnson, E. A., Kraus, R. M., Choi, M. D., and Hickner, R. C. (2007). Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. *Journal of Applied Physiology*, 102(5), 1767-1772.
- Phillips, S. M., and Winett, R. A. (2010). Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Current Sports Medicine Reports*, 9(4), 208-213.
- Thanalerdsomboon, B., & Chuensiri, N. (2023). Effects of Weightlifting Derivatives on Core Limb Muscle Strength in Female Office Workers. *Journal of Sports Science and Health*, 24(3), 106-124.
- Schiaffino, S., Dyar, K. A., Ciciliot, S., Blaauw, B., and Sandri, M. (2013). Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. *FEBS Journal*, 280(17), 4294-4314.
- Willoughby, D. S., Stout, J. R., and Wilborn, C. D. (2007). Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolism, mass, and strength. *Amino Acids*, 32(4), 467-477.