ผลการฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีนที่มีต่อการเผาผลาญแหล่งพลังงาน มวลไขมัน และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด

Effects of Low-intensity Exercise Training and L-carnitine Supplement on Substrate Oxidation, Fat Mass and Maximal Oxygen Consumption

มนต์ชัย อินทเรือง, ประทุม ม่วงมี และอภิญญา อิงอาจ
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
Monchai Intharueang, Pratoom Muongmee and Apinya Ingard
Faculty of Sport Science, Burapha University

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกระดับเบาที่ความหนักของงาน 45%VO_2max ร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน 2 กรัม/ วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่มีต่อการเผาผลาญแหล่งพลังงานมวลไขมัน และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา อายุระหว่าง 19-22 ปี จำนวน 32 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน กลุ่มที่ 2 ฝึกระดับเบาร่วมกับการให้สารหลอก กลุ่มที่ 3 ฝึกระดับเบา และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม ทดสอบวัดค่าตัวแปรการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรตมวลไขมัน และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในช่วงก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง นำผลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้ paired samples t-test, repeated MANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe โดยนัยสำคัญทางสถิติกำหนดไว้ที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า มีค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมันกลุ่มฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน (74.22%) มากกว่าการฝึกระดับเบาร่วมกับการให้สารหลอก (58.44%) ฝึกระดับเบา (57.60%) และกลุ่มควบคุม (49.05%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยมวลไขมันและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่าง นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มการฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีนมีค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้น 28.1% ส่วนการฝึกระดับเบาร่วมกับการให้สารหลอก และฝึกระดับเบาอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้นประมาณ 9.4-11.9% จากข้อมูลที่ปรากฏทำให้สามารถสรุปได้ว่าการฝึกระดับเบา 45%VO_2max ร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน 2 กรัม/ วัน เป็นวิธีการที่ส่งผลให้ร่างกายสามารถเผาผลาญไขมันเพิ่มสูงขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ามวลไขมันและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทั้งนี้การรับประทานแอล-คาร์นิทีนควรทำควบคู่กับการรับประทานอาหารที่เหมาะสม และผู้ที่แพ้แอล-คาร์นิทีนก็ควรหลีกเลี่ยงการรับประทาน

คำสำคัญ : แอล-คาร์นิทีน/ การออกกำลังกายระดับเบา/ การเผาผลาญแหล่งพลังงาน/ มวลไขมัน/ ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด

Abstract

The purpose of this research was to study the effects of low-intensity exercise training at 45%VO_2max with 2 mgs of L-carnitine supplements per day for 4 weeks on substrate oxidation, fat mass and maximal oxygen consumption (VO_2max). Thirty-two male undergraduate students aged 19 to 22 years were recruited from the Faculty of Sport Science, Burapha University. The participants were divided into 4 groups with 8 members each group; Group I performed low-intensity exercise training with L-carnitine supplements, Group II performed low-intensity exercise training with placebos, Group III performed only low-intensity exercise training, and Group IV was the control group. Measurement values of substrate oxidation, fat mass and maximal oxygen consumption were tested and data was statistically analyzed by using paired samples t-test and repeated MANOVA. Pre-post intervention match comparison was performed using the method of Scheffe at level of significance .05.

According to the findings, for mean of fat oxidation, low-intensity exercise training with L-carnitine supplements (74.22%) had higher than low-intensity exercise training with placebos (58.44%), low-intensity exercise training (57.60%), and the control group (49.05%) with statistical significance. Concerning mean fat mass and maximal oxygen consumption among all 4 groups were not differ, the findings revealed low-intensity exercise training with L-carnitine supplements to have increased mean fat oxidation by 28.1%. Low-intensity exercise training with placebos and low-intensity exercise training increased mean fat oxidation by approximately 9.4-11.9%. In conclusion, low-intensity exercise training at 45%VO_2max with 2 mgs of L-carnitine supplements per day was a method with the effect of increasing fat oxidation but fat mass and maximal oxygen consumption were not significance. L-carnitine supplements should be consumed with proper food consumption. Persons allergic to L-carnitine supplements should avoid taking the supplements.

Keywords : L-carnitine/ Low-intensity Exercise Training/ Oxidation/ Fat Mass/ Maximal Oxygen Consumption

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าในยุคปัจจุบันทำให้ชีวิตประจำวันของคนสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้กิจกรรมทางกายต่าง ๆ ลดลง ทำให้ร่างกายลดการใช้พลังงาน ทำให้มีความไม่สมดุลระหว่างพลังงานที่ได้รับจากสารอาหารกับการใช้พลังงานสำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ (energy imbalance) ส่งผลให้มีมวลไขมัน (fat mass) สะสมอยู่ภายในร่างกายมากขึ้นทั้งขนาดและจำนวนเซลล์ของไขมัน[1] ซึ่งมีผลทำให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพต่าง ๆตามมามากมาย เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวาน เกาต์ ข้ออักเสบ รวมทั้งมะเร็ง เป็นต้น การดูแลการควบคุมน้ำหนักหรือการลดมวลไขมันจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยการลดมวลไขมันนั้นควรจะต้องประกอบทั้งการออกกำลังกายกับการเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสม[2]

เป็นที่ทราบดีว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกซึ่งใช้ออกซิเจนเผาผลาญสารอาหารเป็นการเพิ่มการเผาผลาญไขมัน (fat oxidation) และคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate oxidation) ในเวลาเดียวกัน[3] ซึ่งส่งผลต่อการลดมวลไขมัน กิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อลดมวลไขมันมีหลายชนิด เช่น การเดินเร็ว ๆการวิ่ง ปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ เป็นต้น[4] และการฝึกระดับเบา (low-intensity exercise training) ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่ทุกคนสามารถฝึกได้และเหมาะกับผู้ที่เริ่มต้นฝึกหรือออกกำลังกาย รวมทั้งคนที่มีน้ำหนักตัวและมวลไขมันเกิน การฝึกระดับเบาเป็นการออกกำลังกายที่ความหนัก 40-49%VO_2 max[5] จากการศึกษาของ Kempen และคณะ[6] ด้วยการฝึกระดับเบาที่ 45%VO_2 max ในคนน้ำหนักตัวเกิน เป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า การฝึกส่งผลให้การเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้สำหรับคนทั่วไปก็ยังชี้ให้เห็นว่าระดับความหนักระดับเบา-ปานกลาง (45%-60%VO_2max) ส่งผลต่อการเผาผลาญไขมันได้ดีกว่าการฝึกระดับหนัก[7 8] ซึ่งสอดคล้องกับ Venables และคณะ[9] ที่กล่าวว่า การฝึกเพื่อเพิ่มการเผาผลาญไขมันในเพศชายควรมีความหนักประมาณ 45%VO_2max และเพศหญิงควรมีความหนักประมาณ 52%VO_2max โดยการฝึกระดับเบาส่งผลให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดเกิดขึ้นประมาณ 2-4 มิลลิโมล/ลิตร และของเสียที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกาย (waste product) เกิดขึ้นน้อย ส่งผลให้ค่า pH ภายในร่างกายสมดุล การขัดขวางการสลายของไขมันจึงเกิดขึ้นน้อย ทำให้ค่าการเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้น นอกจากการออกกำลังกายที่เหมาะสมแล้ว การได้รับสารอาหารก็ถือว่าเป็นส่วนสำคัญต่อการควบคุมหรือลดมวลไขมัน โดยอาหารที่ช่วยลดมวลไขมันจะต้องให้พลังงานน้อย ได้แก่ อาหารจำพวกโปรตีน ผักและผลไม้ เป็นต้น[10] ส่วนยาและอาหารเสริมก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งยามีทั้งหมด 2 กลุ่ม ได้แก่ ยากลุ่ม Noradrenergic ซึ่งจะออกฤทธิ์ที่สมองส่วนที่ทำให้ลดความอยากอาหาร และยากลุ่ม Serotonergic ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการดูดกลับของสารซีโรโทนินมีผลทำให้รู้สึกอิ่ม แต่ยากลุ่มนี้จะส่งผลให้เกิดอันตรายจึงไม่นิยมนำมาใช้ลดมวลไขมัน ซึ่งยาหรืออาหารเสริมที่เหมาะสมและไม่อันตรายคือกลุ่มที่สามารถใช้ได้ระยะยาวมี 2 กลุ่ม คือ Sibutramine และ Orlistat[11] ยาดังกล่าวมีผลกระตุ้นต่อกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร และแอล-คาร์นิทีนก็เป็นอาหารเสริมชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่ม Orlistat สารชนิดนี้จึงนิยมนำมารับประทานเพื่อลดมวลไขมัน โดยแอล-คาร์นิทีนมีการสังเคราะห์จากกรดอะมิโน 2 ชนิดคือ Lysine และ Methionine มีโครงสร้างทางเคมี คือ $C_7H_{15}NO_3$ ซึ่งการเสริมด้วยแอล-คาร์นิทีนช่วยลดการสะสมกรดแลคติกส่งผลให้การขัดขวางการเผาผลาญไขมันน้อยลง ทำให้การเผาผลาญไขมันเพิ่มสูงขึ้น[12, 13]

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีนที่มีต่อการเผาผลาญแหล่งพลังงาน มวลไขมัน และปริมาณการใช้ออกซิเจน ในกลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพดีและออกกำลังกายเป็นประจำ

วิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี อายุ 19-22 ปี ไม่มีการฝึกซ้อมกีฬาเพื่อทำการแข่งขัน หรือไม่ออกกำลังกายมากกว่า 3 วัน/สัปดาห์และไม่เกิน 30 นาที/ ครั้ง ไม่รับประทานยาหรืออาหารเสริมที่ส่งผลต่อการเผาผลาญ ไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย การตรวจสุขภาพกระทำโดยแพทย์ กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 32 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้วิธีการจับคู่ กลุ่มที่ 1 ฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน (low-intensity exercise training and L-carnitine; LIE-L) กลุ่มที่ 2 ฝึกระดับเบาร่วมกับการให้สารหลอก (low-intensity exercise training and placebo; LIE-P) กลุ่มที่ 3 ฝึกระดับเบา (low-intensity exercise training; LIE) และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม (control; CON)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการและได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงก่อนการทดลอง ช่วงการทดลอง และช่วงหลังการทดลอง

1. ช่วงก่อนการทดลอง มีการบันทึกอายุ ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบค่าการเผาผลาญแหล่งพลังงาน (oxidation) มวลไขมัน (fat mass) ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เพื่อใช้เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานในการแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และสำหรับการฝึกซ้อม

2. ช่วงการทดลอง (training) กลุ่มทดลองปฏิบัติเหมือนกันทุกคน ด้วยการให้ฝึกซ้อมวิ่งบนลู่วิ่งกล ที่ระดับความหนักของงานที่ 45%VO_2max เป็นเวลา 4 นาที/เซต สลับกับการฝึกเบา ๆ (22.5%VO_2max) เป็นเวลา 2 นาที/เซต ทั้งหมด 4 เซต ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลา 17.00-19.30 น. ทั้งหมดเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และการให้สารแอล-คาร์นิทีนในกลุ่มที่ 1 และให้สารหลอกในกลุ่มที่ 2 ผู้วิจัยทราบแต่กลุ่มตัวอย่างไม่ทราบ การรับประทานสารที่ให้กลุ่มตัวอย่างต้องรับประทานต่อหน้าผู้วิจัยส่วน กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมไม่ได้รับสารอาหารและไม่มีการฝึก

3. ช่วงหลังการทดลอง ผู้วิจัยบันทึกน้ำหนักวัดส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง และทดสอบค่าการเผาผลาญสารอาหาร (oxidation) มวลไขมัน (fat mass) ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ซ้ำอีกครั้งเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบกับข้อมูลขั้นพื้นฐาน

วัสดุอุปกรณ์

1. แอล-คาร์นิทีนแคปซูลขนาด 2 กรัม/วัน โดยการเตรียมแคปซูลจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

2. สารหลอกแคปซูล (placebo) โดยได้บรรจุแป้งข้าวที่มีรูปร่างและคุณสมบัติภายนอกเหมือนแคปซูลแอล-คาร์นิทีนที่ได้รับการผลิตจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

3. ลู่วิ่งไฟฟ้ายี่ห้อ Life Fitness รุ่น TF 53027 จำนวน 5 เครื่อง

4. เครื่องวัดและวิเคราะห์แก๊สจากการหายใจยี่ห้อ Sensor Medic (VIASYS, 2003) รุ่น Vmax 229 จำนวน 1 เครื่อง

5. จักรยานวัดงานยี่ห้อ Monark Wingate Test (รุ่น 849 E) จำนวน 2 เครื่อง

6. เครื่องวิเคราะห์อัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (heart rate monitor) ยี่ห้อ Polar รุ่น Sport tester ผลิตในประเทศฟินแลนด์จำนวน 2 เครื่อง

7. เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับชั่งน้ำหนักใต้น้ำ จำนวน 1 เครื่อง

8. ใบบันทึกการบริโภคอาหารและแบบบันทึกการเคลื่อนไหวของสุกัญญา เจริญวัฒนะ[14]

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มโดยใช้ paired t-test ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้ repeated MANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Scheffe กำหนดความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษา

กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีอายุเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 19.3-20.00 ปี มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยระหว่าง 60.5-67.6 กิโลกรัม และมีส่วนสูงเฉลี่ยระหว่าง 171.5-173.6 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม

กลุ่ม	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)
LIE-L	20.0 ± 1.0	60.5 ± 6.6	171.5 ± 5.1
LIE-P	19.3 ± 0.2	67.6 ± 8.0	173.2 ± 3.2
LIE	19.8 ± 0.9	63.4 ± 8.3	171.3 ± 5.6
CON	19.3 ± 0.3	63.7 ± 7.0	173.6 ± 4.3

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเผาผลาญไขมัน การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต มวลไขมัน และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยวัดก่อนกับหลังการทดลองภายในแต่ละกลุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมัน และการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ภายในกลุ่ม LIE-L, LIE-P และ LIE มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่ม LIE-L และ LIE มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยของมวลไขมันทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเผาผลาญไขมัน การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต มวลไขมัน และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมัน และการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ของกลุ่ม LIE-L มีความแตกต่างกับกลุ่ม LIE-P, LIE และ CON มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่ม LIE-P กลุ่ม LIE และกลุ่ม CON ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยมวลไขมันและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 ความแตกต่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการเผาผลาญไขมัน (fat oxidation) การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต (CHO oxidation) มวลไขมัน (fat mass) และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ภายในกลุ่มวัดก่อนกับหลังการทดลอง และระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	LIE-L	LIE-P	LIE	CON
Fat Oxidation (%)				
Pre-test	46.1 ± 9.6	46.5 ± 6.0	48.2 ± 8.9	45.7 ± 10.4
Post-test	74.2 ± 14.4*	58.4 ± 7.4*	57.6 ± 12.9*	49.1 ± 9.5
% Change	28.2%	11.9%**	9.4%**	3.4%**
CHO Oxidation (%)				
Pre-test	53.9 ± 9.6	53.5 ± 6.0	51.8 ± 8.9	54.4 ± 10.4
Post-test	25.8 ± 14.4*	41.6 ± 7.4*	42.4 ± 12.9*	51.0 ± 9.5*
% Change	-28.2%	-11.9%**	-9.4%**	-3.4%**
Fat Mass (%)				
Pre-test	11.1 ± 1.5	11.08 ± .2	11.1 ± 2.0	11.1 ± 1.8
Post-test	11.0 ± 1.4	11.16 ± .2	11.2 ± 2.1	11.1 ± 1.8
% Change	-0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
VO_2max (ml./kg./min)				
Pre-test	44.3 ± 4.1	44.3 ± 6.3	44.2 ± 4.7	44.4 ± 6.8
Post-test	48.2 ± 3.6*	44.7 ± 6.0	46.1 ± 5.4*	44.1 ± 6.9
% Change	4.0%	0.4%	1.9%	-0.3%

* ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง (Post-test) แตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Pre-test), $P<0.05$

** ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (% Change) แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 1, $P<0.05$

อภิปรายผล

การเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรต

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับแอล-คาร์นิทีนควบคู่กับการฝึกระดับเบามีค่าการเผาผลาญแหล่งพลังงานก่อนกับหลังการฝึกแตกต่างกันและยังพบว่าการรับแอล-คาร์นิทีนส่งผลต่อการเผาผลาญแหล่งพลังงานมากกว่ากลุ่มอื่น ๆสามารถอธิบายได้ว่า การฝึกระดับเบาร่วมกับแอล-คาร์นิทีนมีผลต่อ การเผาผลาญไขมันขณะออกกำลังกาย โดยกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นที่ตับ ซึ่งเป็นการกระตุ้นสัญญาณภายในเซลล์ให้ไขมันมีการเคลื่อนไหวและเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อลาย และกล้ามเนื้อในหัวใจ โดยจะเปลี่ยนกลีเซอรอลเป็นกรดไขมันในรูปของไตรกลีเซอไรด์ โดยการรับประทานแอล-คาร์นิทีน มีผลต่อกระบวนการเผาผลาญไขมัน เนื่องจากแอล-คาร์นิทีน มีคุณสมบัติเป็นโครงสร้างแบบปัจจัยร่วม (cofactor) กับเอนไซม์ โดยอีพิเนฟรินจะกระตุ้นสารอาหารประเภทไขมันในอะดีโพส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ให้สลายไขมันมากขึ้น ทำให้มีผลต่อสลายของกรดไขมันและสร้างสารที่ให้พลังงานในระดับเซลล์ ซึ่งสอดคล้องกับ Gorostiaga และคณะ[15] ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างผู้ชาย 9 คน ผู้หญิง 1 คน โดยให้ แอล-คาร์นิทินปริมาณ 2 กรัม/วัน เป็นเวลา 28 วัน ผลการทดลอง ส่งผลให้ค่า R.Q. และค่า Lactate เพิ่มขึ้น ส่วนการฝึกระดับเบาที่ระดับความหนัก 45%VO_2max ส่งผลให้ของเสียจากการออกกำลังกาย (waste products) ได้แก่ กรดแลคติก และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดขึ้นน้อย ส่งผลให้ค่า pH ภายในร่างกายสมดุล การขัดขวางการสลายของไขมันจึงเกิดขึ้นน้อย ส่งผลให้ค่าการเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Kempen และคณะ[6] ด้วยการฝึกระดับเบา 45%VO_2max ในคนน้ำหนักตัวเกิน เป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า การฝึกในระดับเบาส่งผลให้การเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้น

มวลไขมัน

การศึกษาพบว่า จากการทดลอง 4 สัปดาห์ มวลไขมันในร่างกายไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากการค้นพบดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงมวลไขมันในช่วงอายุ 19-22 ปี จะเกิดขึ้นช้า โดยมวลไขมันจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วนั้นมี 2 ระยะของชีวิต ระยะแรกคือในช่วงอายุ 1 ปี และระยะที่สองระหว่างอายุ 9-13 ปี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีอายุอยู่ระหว่าง 19-22 ปี การเปลี่ยนแปลงมวลไขมันจึงเกิดขึ้นช้า สอดคล้องกับ Vukovich และคณะ[16] ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง 8 คน โดยให้ แอล-คาร์นิทินผลการทดลอง ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ามวลไขมัน ซึ่งในการปรับความสมดุลต่าง ๆ ภายในร่างกายก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมวลไขมัน ที่เรียกว่า “ทฤษฎีเซ็ทพ้อยท์ (Set Point Theory)” กล่าวว่า ″ร่างกายมีกลไกอัตโนมัติที่จะปรับน้ำหนักตัวให้มีความคงที่″ ทฤษฎีนี้กล่าวว่า แต่ละบุคคลจะมีน้ำหนักตัวตามที่ควรจะเป็น (The Set Point) และร่างกายพยายามที่จะรักษาน้ำหนักนี้เอาไว้ให้ได้ และพยายามต่อต้านสิ่งที่มากดดันทุกสิ่งที่จะทำให้ค่าน้ำหนักตัวนี้เปลี่ยนไป ซึ่งตามทฤษฎีนี้อธิบายได้ว่า เมื่อร่างกายสูญเสียไขมันในช่วงลดน้ำหนักตัว อาจมีส่วนกระตุ้นให้ร่างกายสร้างกลไกที่จะเพิ่มไขมันที่สูญเสียไปกลับคืนมา ทำให้มีปริมาณไขมันมีการเปลี่ยนแปลงน้อย[17] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Villani[18] ที่ให้การรับประทานแอล-คาร์นิทีน 2 กรัม/วัน ควบคู่กับการออกกำลังกายที่ระดับความหนัก 60-70 HRmax พบว่าการเผาผลาญพลังงานในขณะพักเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของมวลไขมัน

ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด

จากการศึกษาพบว่าทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน โดยภายในกลุ่มฝึกระดับเบากับเสริมแอล-คาร์นิทีนและกลุ่มฝึกระดับเบาก่อนกับหลังการฝึกมีความแตกต่างกัน ซึ่งค่า VO_2max ขึ้นอยู่กับปัจจัยของระบบไหลเวียนเลือด (circulatory system) หรือระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular system) และส่วนที่จะทำให้เซลล์ต่าง ๆได้รับออกซิเจนได้ดีมากยิ่งขึ้นคือเส้นเลือดฝอย (capillary) ซึ่งมากน้อยของเส้นเลือดฝอยมีผลต่อค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด[19 20] ซึ่งจากปัจจัยข้างต้นที่มีผลต่อปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด สามารถอธิบายได้ว่าการรับประทานแอล-คาร์นิทีนกับการฝึกระดับเบาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบหายใจและไหลเวียนเลือด จึงส่งผลให้ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกระดับเบา 45%VO_2max เป็นไปได้ว่าระดับความหนักครั้งนี้ไม่ถึง training threshold จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ สนธยา สีละมาด[21] ที่กล่าวว่า การกำหนดความหนักของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยความหนักของการออกกำลังกายควรอยู่ในช่วง 50% - 85%VO_2max ซึ่งสอดคล้องกับ วิรัตน์ สนธิจันทร์[22] ที่พบว่าระดับความหนักที่ใช้ในการฝึก 80-85%VO_2max ส่งผล

ให้ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มสูงขึ้น และ Chowdhery และคณะ23 ที่กล่าวว่าระดับความหนักในการฝึกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่ทั้งนี้จากการวิจัยก็มีแนวโน้มว่าค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกลุ่ม LIE-L จะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น ส่วนสาเหตุอื่น ๆ ได้แก่ อารมณ์ ความกังวลและความเครียดของแต่ล่ะบุคคล มีผลทำให้กล้ามเนื้อตึงตัว (muscle tone) สูงกว่าปกติ ซึ่งมีผลเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก กระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน Epinephrine และ Norepinephrine มีผลทำให้ค่าอัตราการเผาผลาญเพิ่มสูงขึ้น ร่วมทั้งปัจจัยของฮอร์โมนก็ส่งผลต่อค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเช่น Thyroxine[24] เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน มีค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมันมากกว่าการฝึกระดับเบาร่วมกับการให้สารหลอก ฝึกระดับเบา และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยมวลไขมันและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งการฝึกระดับเบาร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีนมีค่าเฉลี่ยการเผาผลาญไขมันเพิ่มมากที่สุด 28.1% ฝึกระดับเบาร่วมกับการให้สารหลอกเพิ่มขึ้น 11.9% ฝึกระดับเบาเพิ่มขึ้น 9.4% และกลุ่มควบคุมเพิ่มน้อยที่สุด 3.4% ตามลำดับ สรุปได้ว่าการฝึกระดับเบา 45%VO_2max ร่วมกับการเสริมแอล-คาร์นิทีน 2 กรัม/ วัน เป็นวิธีการที่ส่งผลให้ค่าการเผาผลาญไขมันเพิ่มสูงขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ามวลไขมันและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทั้งนี้การรับประทานแอล-คาร์นิทีนควรทำควบคู่กับการรับประทานอาหารที่เหมาะสม และผู้ที่แพ้แอล-คาร์นิทีนก็ควรหลีกเลี่ยงการรับประทาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้ให้ทุนอุดหนุนวิจัยและขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลศูนย์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรณ์เพื่อผู้สูงอายุ ต.ห้วยใหญ่ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. Salan LB, Knittle JL, Hirsch J. Experimental obesity in man: Cellular character of the adipose tissue. Journal of Clinical Invest, 1971; 50(5): 1005-1011.
2. William DM, Frank IK, Victor LK. Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. 5th edition, 2001.
3. Astrand PO, Rodahl K. Textbook of Work Physiology. New York, McGraw-Hill Book Co, 1970.
4. Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health, fitness and performance (2nd ed). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
5. ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรกมลการพิมพ์; 2536.
6. Kempen KP, Saris WH, Westerterp KR. Energy balance during an 8-wk energy-restricted diet with and without exercise in obese women. American Journal of Clinical Nutrition, 1995; 62: 722-729.
7. Tan S, Wang X, Wang J. Effects of supervised exercise training at the intensity of maximal fat oxidation in

overweight young women. Journal of Exercise Science & Fitness, 2012; 10: 64-69.

8. Numao S, Hayashi Y, Katayama Y, Matsuo T, Tanaka K. Sex differences in substrate oxidation during aerobic exercise in obese men and postmenopausal obese women. Journal of Metabolism Clinical and Experimental, 2009; 58: 1312-1319.
9. Venables MC, Achten J, Jeukendrup AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: A cross-sectional study. Journal of Applied Physiology, 2005; 98: 160-167.
10. Forst G. A new method of energy prescription to improve weight loss. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 1991; 4: 369-373.
11. สุรเกียรติ อาชานานุภาพ. การรักษาโรคอ้วนสำหรับแพทย์เวชปฏิบัติ. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน; 2549.
12. Siliprandi N, Di Lisa F, Pieralisi G, Menab R, Ciman M, Sartorelli L. Metabolic changes induced by maximal exercise in human subjects following L-carnitine administration. Biochimica Biophysica Acta (BBA), 1989; 1034(1): 17-21.
13. Arenas J, Ricoy JR, Encinas AR, Pola P, D′Iddio S, Zeviani M, Didonato S, Corsi M. In muscle serum and urine of nonprofessional athletes: Effects of physical exercise training and L-carnitine administration. Muscle Nerve, 1991; 14(7): 598-604.
14. Gorostiaga EM, Maurer CA, Eclache JP. Decrease in RD during exercise following L-carnitine supplementation. International Journal of Sports Medicine, 1989; 10: 71-80.
15. สุกัญญา เจริญวัฒนะ. สภาพโภชนาการนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา; 2547.
16. Vukovich MD, Costill PL. Carnitine supplementation-effect on muscle carnitine and glycogen-content during exercise. Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise, 1994; 26: 1122-1129.
17. McGlynn G. Dynamics of Fitness. Chicago; Brown Benchmark Phblishers, 1996; 4: 225.
18. Villani RG, Gannon J, Self M, & Rich PA. L-carnitine supplementation combined with aerobic training does not promote weight loss in moderately obese women. International Journal of Nutrition Exercise Metabolism, 2000; 10(2): 199-207.
19. Hagberg JM, Moore GE, Ferrell RE. Specific genetic markers of endurance performance and VO_2 max. Exercise and Sport Science Reviews, 2001; 29(1): 15-19.
20. สุกัญญา เจริญวัฒนะ. ผลของขิงผงแคปซูลที่มีต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพักค่าเศษส่วนการหายใจและการใช้ออกซิเจนสูงสุด. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 2552; 4: 53-66.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

21. สนธยา สีละมาด. หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2551.
22. วิรัตน์ สนธิ์จันทร์. ผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาล ในระดับความหนักและระยะเวลาต่างกัน ที่มีต่อความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ปริมาณฮีโมโกลบิน สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก และ แอนแอโรบิกเทรชโฮล. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 2556; 8:
23. Chowdhery A, Upadhyay V, Bhattacharyya M. Effect of high intensity interval training and slow, continuous training on VO2max of school going non-athlete males: A comparative study. British Journal of Sports Medicine, 2010; 44: 136.
24. ประทุม ม่วงมี. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและพลศึกษา. กรุงเทพฯ: บูรพาสาส์น; 2527.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University