

# การศึกษาประสิทธิผลของแอลคาร์นิทีนกับกรดไลโปอิกต่อภาวะเมตาบอลิกซินโดรม กรณีศึกษาพนักงานบริษัทจังหวัดสระบุรี

พญ.สุวิมล เพชรเลิศ\*  
ดร.นพ.พัฒนา เต็งอำนวย\*\*

## บทคัดย่อ

เมตาบอลิกซินโดรมเป็นกลุ่มความผิดปกติของภาวะดื้ออินซูลิน และเป็นกลุ่มโรคที่มีความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง และอ้วนลงพุง แอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดอัลฟาไลโปอิกช่วยลดภาวะเครียดทางออกซิเดทีฟ ช่วยเพิ่มการทำงานของไมโทคอนเดรีย นอกจากนี้การให้ทั้งแอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกยังช่วยเพิ่มเมตาบอลิซึม และลดภาวะเครียดออกซิเดทีฟมากกว่าการเลือกให้เพียงตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น

การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกที่มีต่อภาวะเมตาบอลิกซินโดรมโดยศึกษาแบบสองกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง การดำเนินการทดลองโดยมีผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่ถูกวินิจฉัยเป็นเมตาบอลิกซินโดรม 21 คน โดยสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง (10 คน) ได้รับแอลคาร์นิทีน 2,000 มก. ต่อวัน และกรดไลโปอิก 400 มก. ต่อวัน ส่วนกลุ่มควบคุม (11 คน) ได้รับยาหลอก ทั้งสองกลุ่มได้รับการควบคุมอาหารและออกกำลังกายเหมือนกันเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากโครงการ 3 คน เนื่องจากมาติดตามการตรวจไม่ได้ ตัวแปรที่ต้องวัดก่อนและหลังการทดลองคือ ค่าดัชนีมวลกาย เส้นรอบเอว คะแนนความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของฟรามิงแฮม และผลทางเมตาบอลิก ได้แก่ น้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ไขมันรวมโคเลสเตอรอล ไขมันไตรกลีเซอไรด์ ไขมัน เอชดีแอล ไขมันแอลดีแอล อัตราส่วนไตรกลีเซอไรด์ต่อไขมันเอชดีแอล น้ำตาลสะสม (HbA1C) กรดยูริก และตัวชี้วัดการอักเสบ (hs-CRP)

\* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

\*\* ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผลการศึกษากายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มทดลองมีการลดลงของดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว และค่าคะแนนความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของฟรามิงแฮมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับยาหลอก ส่วนผลตรวจทางเมตาบอลิก เช่น ไขมันโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ไขมันแอลดีแอล ไขมันเอชดีแอล อัตราส่วนไตรกลีเซอไรด์ต่อเอชดีแอล น้ำตาลในเลือด กรดยูริก และตัวชี้วัดการอักเสบ (hs-CRP) ลดลงจากก่อนการทดลองแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการศึกษาว่าการให้แอลคาร์นิทีน 2,000 มก.ต่อวัน ร่วมกับกรดไลโปอิก 400 มก. ต่อวัน ในกลุ่มเมตาบอลิกซินโดรมไม่พบผลข้างเคียงใด ๆ แนะนำให้ใช้ร่วมกับการควบคุมอาหารและออกกำลังกาย เพื่อประโยชน์ด้านลดความอ้วน (ดัชนีมวลกายและเส้นรอบเอว) และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด แนะนำการศึกษาครั้งต่อไปถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านเมตาบอลิกที่ชัดเจนมากขึ้น ควรใช้แอลคาร์นิทีนและกรดไลโปอิกในขนาดที่สูงขึ้น และระยะเวลาที่นานขึ้นกว่างานวิจัยครั้งนี้

**คำสำคัญ:** ภาวะเมตาบอลิกซินโดรม, แอลคาร์นิทีน, กรดไลโปอิก, ภาวะอ้วน, ดัชนีมวลกาย, เส้นรอบเอว, ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

## บทนำ

เมตาบอลิกซินโดรม (metabolic syndrome) คือกลุ่มอาการหรือกลุ่มความผิดปกติที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดโดย ดร.เจอร์ลด์ เรเวน (Dr.Gerald Reaven) แพทย์ชาวอเมริกันเรียกชื่อกลุ่มอาการนี้ ใน พ.ศ. 2531 มาก่อนแล้วว่าซินโดรมเอกซ์ (syndrome X) ต่อมารู้จักกันในชื่อเมตาบอลิกซินโดรม (metabolic syndrome) ปัจจุบันนักวิชาการในประเทศไทยเรียกกลุ่มอาการนี้ว่า “โรคอ้วน” (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2551) ในทางเวชปฏิบัติ ลักษณะที่จะเข้ากับภาวะเมตาบอลิกซินโดรม ต้องมี 3 ใน 5 ปัจจัยต่อไปนี้ คือ รอบเอวเท่ากับหรือใหญ่กว่า 80 เซนติเมตร ในผู้หญิง และเท่ากับหรือใหญ่กว่า 90 ซม.ในผู้ชายระดับไขมันเอชดีแอล (HDL-C) ในเลือดต่ำกว่า 50 มก./ดล.ในผู้หญิง และต่ำกว่า 40 มก./ดล.ในผู้ชาย ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ในเลือดเท่ากับหรือสูงกว่า 150 มก./ดล. ความดันโลหิต systolic/diastolic มากกว่าหรือเท่ากับ 130/85 มม.ปรอท และภาวะน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 100 มก./ดล หรือเป็นเบาหวาน (วิชัย เอกพลากร, 2554) สาเหตุหลักของภาวะเมตาบอลิกซินโดรมมีอยู่ 2 ประการใหญ่ ๆ คือ ความอ้วน และภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Grundy et al., 2004) โรคอ้วนโดยเฉพาะอ้วนบริเวณพุงเป็นเหตุให้เกิดความดันโลหิตสูง ไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง เอชดีแอลโคเลสเตอรอลในเลือดต่ำ น้ำตาลในเลือดสูงรวมทั้งโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ มีศึกษาพบว่าการ

สร้างพลังงานของไมโทคอนเดรียจะลดลงและภาวะเครียดออกซิเดทีฟ (oxidative stress) เพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เมื่อให้อะเซทิลแอลคาร์นิทีน (Acetyl-L-carnitine) อย่างเดียวในหนูแก่ (old rat) จะมีระดับ lipid peroxidation (malondialdehyde) ที่เป็นอันตรายต่อเซลล์เพิ่มมาก แต่เมื่อให้อะเซทิลแอลคาร์นิทีน (Acetyl-L-carnitine) ร่วมกับกรดไลโปอิก (Lipoic acid) ทำให้ระดับ malondialdehyde มีระดับลดลง (Hagen et al., 2002) ดังนั้นการให้คาร์นิทีนร่วมกับไลโปอิกจึงได้ประโยชน์มากกว่าการให้แอลคาร์นิทีนเพียงอย่างเดียว จึงเป็นที่มาของงานวิจัยว่าการให้แอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกมีผลต่อเมตาบอลิกซินโดรมหรือไม่

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการรับประทานแอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกเสริมต่อภาวะเมตาบอลิกซินโดรม

### สมมติฐานการวิจัย

ภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ ผู้ที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมที่ได้รับแอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกจะมี

1. ภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกายและเส้นรอบวงเอว) ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม
2. ภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุม
3. ภาวะทางเมตาบอลิกดีขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

### แนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ภาวะเมตาบอลิกซินโดรม (metabolic syndrome) หรือภาวะอ้วนลงพุง (abdominal obesity) คือ กลุ่มอาการที่มีความผิดปกติด้านเมตาบอลิซึม เป็นปัจจัยเสี่ยงให้เกิดโรคต่างๆ ตามมาดังนี้ ภาวะอ้วนที่มีไขมันสะสมในช่องท้อง ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ความดันโลหิตสูงและระดับไขมันในเลือดสูง (Reaven et al., 1988) องค์ประกอบของเมตาบอลิกซินโดรมตามเกณฑ์ของ ATP III แบ่งเป็น 6 อย่างที่สัมพันธ์กับโรคหลอดเลือดหัวใจ (NCEP III, 2002) ได้แก่ ภาวะอ้วนลงพุง ไขมันในเลือดผิดปกติ ความดันโลหิตสูง ภาวะดื้ออินซูลิน ภาวะก่อนการอักเสบ และภาวะก่อนการอุดตันของหลอดเลือด การวินิจฉัยเมตาบอลิกซินโดรมต้องมีความผิดปกติอย่างน้อย 3 ข้อใน 5 ข้อต่อไปนี้ (Grundy et al., 2005)

1. อ้วนลงพุง (เส้นรอบเอวมากกว่าหรือเท่ากับ 102 ซม. หรือ 40 นิ้วในผู้ชาย หรือมากกว่าหรือเท่ากับ 88 ซม. หรือ 35 นิ้วในผู้หญิง)

2. ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด  $\geq 150$  มก./ดล.

3. ระดับเอชดีแอลโคเลสเตอรอล 40 มก./ดล. ในผู้ชายหรือ  $\leq 50$  มก./ดล. ใน

ผู้หญิง

4. ความดันโลหิต  $\geq 130/85$  มม.ปรอท หรือรับประทานยาลดความดันโลหิตอยู่
5. ระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร  $\geq 110$  มก./ดล.

ผลงานของ Hagen et al. ในปี ค.ศ. 2002 เป็นการศึกษาในหนู พบว่าการสร้างพลังงานของไมโทคอนเดรียจะลดลงและภาวะ oxidative stress เพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เมื่อให้อะเซทิลแอลคาร์นิทีน (acetyl-L-carnitine) อย่างเดียวในหนูแก่ (old rat) จะมีระดับออกซิเดชันของไขมัน (malondialdehyde) ที่เป็นอันตรายต่อเซลล์เพิ่มมาก แต่เมื่อให้ Acetyl-L-carnitine ร่วมกับกรดไลโปอิก (Lipoic acid) ทำให้ระดับ MDA มีระดับลดลง ดังนั้นการให้คาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกจึงได้ประโยชน์มากกว่าการให้แอลคาร์นิทีนอย่างเดียว (Hagen et al., 2002)

การศึกษาของ McMackin et al. เป็น double blind crossover study โดยให้กรดไลโปอิก (LA) ร่วมกับอะเซทิลแอลคาร์นิทีน (ALC) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์เปรียบเทียบกับ placebo ผลการศึกษากลุ่ม LA ร่วมกับ ALC ช่วยลดภาวะเครียดออกซิเดทีฟ และเพิ่มการทำงานของไมโทคอนเดรีย รวมทั้งลดความตึงตัวของเส้นเลือด (vascular tone) ทำให้ความดันโลหิตลดลง (McMackin et al., 2007) ในปี ค.ศ. 2015 มีหนังสือที่เขียนโดย Jayson Calton, PhD. อธิบายว่า กรดอัลฟาไลโปอิก (ALA) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและต้านอักเสบที่มีฤทธิ์แรง มีผลลดความอ้วน ลดความหิว และลดไขมันในช่องท้อง ส่วนแอลคาร์นิทีนและอะเซทิลแอลคาร์นิทีน (L-carnitine/acetyl-L-carnitine) มีบทบาทสร้างพลังงานและเพิ่มเมตาบอลิซึม ทั้งกรดอัลฟาไลโปอิก (ALA) และอะเซทิลแอลคาร์นิทีน (acetyl-L-carnitine) ทำงานเสริมฤทธิ์กันในการเพิ่มเมตาบอลิซึมและลดภาวะเครียดออกซิเดทีฟ (oxidative stress) อัตราส่วน ALC/LA = 5:1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม ระยะเวลาที่ใช้ 4 สัปดาห์ (Calton et al. 2015, p. 227)

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง (experimental research) โดยมีแบบแผนการวิจัยเป็นการศึกษาแบบสองกลุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง (Two group pre-post test design) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมและยังไม่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหัวใจ อายุระหว่าง 20-60 ปี ที่มารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลมิตรภาพเมโมเรียล อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ที่มาตรวจสุขภาพประจำปีในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2558 ถึงเดือนมกราคม 2559 โดยใช้เกณฑ์ของสถาบันศึกษาภาวะไขมันในเลือดแห่งชาติ การรักษาในผู้ใหญ่ ครั้งที่ 3 (NCEP ATP III, 2001) คำนวณขนาดตัวอย่างใช้โปรแกรม PS ได้ขนาดตัวอย่าง 20 คน เนื่องจากกำหนดอัตราส่วนกลุ่มควบคุมต่อกลุ่มทดลองเป็น 1:1 ทำให้ได้กลุ่มควบคุม 10 คน และกลุ่มทดลอง 10 คน รวม 20 คน คำนวณเผื่อกรณี dropout ระหว่างดำเนินการวิจัยอีก 10% รวมเป็น 22 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 11 คน และกลุ่มทดลอง 11 คน จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่ายจากตัวอย่างเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (simple random sampling) โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มควบคุมและเข้ากลุ่มทดลอง ในอัตราส่วน 1:1

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (pre-test) ประกอบด้วยแบบข้อข้อมูลส่วนบุคคล ประวัติด้านสุขภาพ การตรวจร่างกาย เช่น น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบเอว ความดันโลหิต และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น น้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ไขมันโคเลสเตอรอลรวม เอชดีแอลโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ น้ำตาลสะสม (HbA1C) กรดยูริก และตัวชี้วัดการอักเสบ (hs-CRP) รวมทั้งคำนวณค่าแอลดีแอลโคเลสเตอรอล (LDL-C) และคำนวณคะแนนความเสี่ยงของฟรามิงแฮม (Framingham risk score) โดยที่กลุ่มทดลองจะได้รับแอลคาร์นิทีน 2,000 มก.ต่อวัน และกรดอัลฟาไลโปอิก 400 มก.ต่อวัน อัตราส่วนคาร์นิทีนและกรดไลโปอิก เท่ากับ 5 ต่อ 1 นาน 4 สัปดาห์ (Calton et al., 2015, p. 227) ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับยาหลอกเป็นมอลโตเด็กซ์ทริน 1,000 มก.ต่อวัน ทุกคนจะได้รับคำแนะนำด้านการปรับการรับประทานอาหารเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการจัดจานอาหารเพื่อสุขภาพ (The Healthy Eating Plate) ที่จัดขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านโภชนาการที่โรงเรียนฮาร์วาร์ดสาธารณสุข ในหนึ่งจานของแต่ละมื้อควรมีผักและผลไม้ ½ ส่วน ข้าวหรือธัญพืช ¼ ส่วน เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ ¼ ส่วน งดน้ำตาลและผลิตภัณฑ์นม (HARVARD T.H. CHAN school of public health, 2011) ทุกคนจะได้รับคำแนะนำให้ออกกำลังกายขนาดปานกลาง โดยใช้หลักการของ สสส. เป็นการใช้กล้ามเนื้อให้ทำงานระดับปานกลางสะสมอย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน (โครงการพัฒนาเครือข่ายระดับสากล แพลนส่งเสริมการออกกำลังกายและกีฬาเพื่อสุขภาพ, 2011) ผู้วิจัยโทรศัพท์สอบถามถึงอาการผิดปกติทุกสัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะถูกนัดมาตรวจร่างกาย ซึ่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง คำนวณค่าดัชนีมวลกาย วัดเส้นรอบเอว วัดความดันโลหิต เจาะเลือดตรวจน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ไขมันโคเลสเตอรอลรวม (TC) เอชดีแอลโคเลสเตอรอล (HDL-C) ไตรกลีเซอไรด์ (TG) น้ำตาลสะสม (HbA1C) กรดยูริก และตัวชี้วัดการอักเสบ (hs-CRP) รวมทั้งคำนวณค่าแอลดีแอลโคเลสเตอรอล (LDL-C) และคำนวณคะแนนความเสี่ยงของฟรามิงแฮม (Framingham risk score)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์สถิติใช้โปรแกรม SPSS version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) วิเคราะห์สถิติแบบสองทาง ค่า  $P < 0.05$  ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ เริ่มด้วยข้อมูลลักษณะทั่วไปทางคลินิก วิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขึ้นต่อไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกาย และเส้นรอบวงเอว) ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Framingham risk score) ค่าเฉลี่ยของน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FPG) ไขมันโคเลสเตอรอลรวม (TC) เอชดีแอลโคเลสเตอรอล (HDL-C) ไตรกลีเซอไรด์ (TG) น้ำตาลสะสม (HbA1C) กรดยูริก (Uric acid) ตัวชี้วัดการอักเสบ (hs-CRP) และแอลดีแอลโคเลสเตอรอล (LDL-C) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์โดยใช้ Wilcoxon sign rank test กรณีที่ทดสอบได้ว่าการ

กระจายตัวของข้อมูลไม่ปกติ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อน  
เข้าโครงการโดยใช้ Mann Whitney U test กรณีการกระจายตัวไม่ปกติ

## ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) โดยมีวัตถุประสงค์  
เพื่อศึกษาผลของแอลคาร์นิทีนร่วมกับกรดไลโปอิกที่มีต่อภาวะเมตาบอลิกซินโดรม ในผู้ที่มีภาวะ  
เมตาบอลิกซินโดรมที่มารับบริการที่แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลมิตรภาพเมโมเรียล อำเภอ  
เมือง จังหวัดสระบุรี ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2558 ถึงเดือนมกราคม 2559 โดยเสนอผลการวิจัย  
และการอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป ลักษณะทางคลินิก และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะเมตาบอลิกซิน  
โดรมของกลุ่มตัวอย่างก่อนเริ่มเข้าโครงการ 4 สัปดาห์ การศึกษาครั้งนี้เมื่อเริ่มโครงการมีกลุ่ม  
ตัวอย่างทั้งสิ้น 21 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 10 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน และเมื่อสิ้นสุด  
โครงการเหลือกลุ่มตัวอย่าง 18 คน เป็นกลุ่มควบคุม 9 คน และกลุ่มทดลอง 9 คน โดยมีผู้ออก  
จากโครงการทั้งสิ้น 3 คน (dropped out rate 19%) กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม  
ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 66.7 และร้อยละ 55.6) กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีอายุ  
เฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ  $39.89 \pm 4.83$  และ  $39.78 \pm 7.87$  ปี กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมี  
การศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรีร้อยละ 66.7 และ ร้อยละ 88.9 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีโรค  
ประจำตัวร้อยละ 33.3 และร้อยละ 66.7

2. การเปรียบเทียบดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว ก่อนและหลังเข้าโครงการ 4  
สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 1)

2.1 เส้นรอบวงเอว (waist circumference) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง  
และกลุ่มควบคุม โดยใช้ Wilcoxon sign rank test พบว่า กลุ่มทดลอง ก่อนการทดลองและสิ้นสุด  
สัปดาห์ที่ 4 มีเส้นรอบเอวลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุม  
ก่อนและหลังสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเส้นรอบเอวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.2 ดัชนีมวลกาย (BMI) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม  
โดยใช้ Wilcoxon sign rank test พบว่า กลุ่มทดลอง ก่อนการทดลองและสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 มี  
ดัชนีมวลกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุม ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย  
ก่อนและหลัง 4 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบเส้นรอบเอว และดัชนีมวลกาย ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าโครงการ 4 สัปดาห์

เส้นรอบเอว (เซนติเมตร)					
กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังสิ้นสุด 4 สัปดาห์		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	
ทดลอง (n=9)	100.61	12.86	97.37	12.18	< 0.05
ควบคุม (n=9)	97.39	10.71	96	13.32	> 0.05
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร <sup>2</sup> )					
กลุ่ม	ก่อนเข้าโครงการ		หลังสิ้นสุด 4 สัปดาห์		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	
ทดลอง (n=9)	33.06	4.36	32.74	4.36	< 0.05
ควบคุม (n=9)	28.98	3.81	28.48	3.91	> 0.05

3. เปรียบเทียบความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังเข้าโครงการ 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 2)

ผลการเปรียบเทียบความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดในอีก 10 ปีข้างหน้า (10-year risk) ตามเกณฑ์ของฟรามิงแฮม (Framingham Heart Study, 2000) ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการโดยใช้ Wilcoxon sign rank test พบว่าภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดต่ำกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุมภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยความเสี่ยงโรคหลอดเลือดและหัวใจไม่แตกต่างจากก่อนเข้าโครงการ ( $p > 0.05$ )

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในอีก 10 ปีข้างหน้า ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์

ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในอีก 10 ปีข้างหน้า					
กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังสิ้นสุด 4 สัปดาห์		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	
ทดลอง(n=9)	0.060	0.037	0.050	0.035	< 0.05

ควบคุม(n=9)	0.063	0.058	0.057	0.055	> 0.05
-------------	-------	-------	-------	-------	--------

4. การเปรียบเทียบภาวะเมตาบอลิก ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FPG) ไขมันโคเลสเตอรอลรวม (TC) เอชดีแอลโคเลสเตอรอล (HDL-C) ไตรกลีเซอไรด์ (TG) แอลดีแอลโคเลสเตอรอล (LDL-C) น้ำตาลสะสม (HbA1C) กรดยูริก (Uric acid) และตัวชี้วัดการอักเสบ (hs-CRP) ก่อนและหลังเข้าโครงการ 4 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 3)

4.1 ผลการเปรียบเทียบภาวะไขมันในเลือดก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการโดยใช้ Wilcoxon sign rank test พบว่าภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยไขมันโคเลสเตอรอล (TC) ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยไขมันไตรกลีเซอไรด์ (TG) ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยไขมันแอลดีแอล (LDL-C) ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยไขมันเอชดีแอล (HDL-C) ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยไขมันโคเลสเตอรอล (TC) ก่อนและหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยไขมันแอลดีแอล (LDL-C) ก่อนและหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนค่าเฉลี่ยไขมันไตรกลีเซอไรด์ (TG) ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยไขมันเอชดีแอล (HDL-C) ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

4.2 ผลการเปรียบเทียบภาวะดีอินสุลินก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการโดยใช้ Wilcoxon sign rank test พบว่า ภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ย TG/HDL ในเลือดก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยน้ำตาลสะสม (HbA1C) ในเลือดก่อนและหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ย TG/HDL ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยน้ำตาลสะสม (HbA1C) ในเลือดก่อนและหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

4.3 เปรียบเทียบภาวะการอักเสบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 3)

ผลการเปรียบเทียบภาวะก่อนการอักเสบก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการโดยใช้ Wilcoxon sign rank test พบว่า ภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย hs-CRP ในเลือดก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยกรดยูริกในเลือดก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย hs-CRP ในเลือดก่อนและหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยกรดยูริกในเลือดก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )



ตารางที่ 3 เปรียบเทียบภาวะเมตาบอลิกของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง  
ก่อนและหลังเข้าโครงการ 4 สัปดาห์

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังสิ้นสุด 4 สัปดาห์		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	
ไขมันโคเลสเตอรอล (มก./ดล.)					
ทดลอง(n=9)	219.56	45.66	215.55	51.97	> 0.05
ควบคุม(n=9)	226.33	30.484	203.44	18.11	< 0.05
ไขมันไตรกลีเซอไรด์ (มก./ดล.)					
ทดลอง(n=9)	154.89	76.76	154.00	80.91	> 0.05
ควบคุม(n=9)	167.00	103.12	193.44	170.16	> 0.05
ไขมันแอลดีแอล (มก./ดล.)					
ทดลอง(n=9)	137.44	36.787	132.67	38.80	> 0.05
ควบคุม(n=9)	143.33	21.11	121.22	21.30	< 0.05
ไขมันเอชดีแอล (มก./ดล.)					
ทดลอง(n=9)	51.13	9.146	52.11	7.97	> 0.05
ควบคุม(n=9)	49.63	7.60	45.33	5.376	> 0.05
น้ำตาลในเลือดก่อนอาหาร (มก./ดล.)					
ทดลอง(n=9)	89.11	13.167	89.89	14.11	> 0.05
ควบคุม(n=9)	79.44	12.79	90.11	15.67	> 0.05
น้ำตาลสะสม (HbA1C) (เปอร์เซ็นต์)					
ทดลอง(n=9)	5.24	0.35	5.31	0.33	< 0.05
ควบคุม(n=9)	5.21	0.24	5.32	0.23	< 0.05
TG/HDL					
ทดลอง(n=9)	3.08	1.64	3.01	1.65	> 0.05
ควบคุม(n=9)	3.65	2.76	4.53	4.30	> 0.05
hs-CRP (mg/dl)					
ทดลอง(n=9)	9.25	7.89	8.11	6.52	> 0.05
ควบคุม(n=9)	4.19	3.12	3.62	2.94	< 0.05

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง		หลังสิ้นสุด 4 สัปดาห์		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	
กรดยูริก (มก./ดล.)					
ทดลอง(n=9)	5.71	1.23	6.08	1.51	> 0.05
ควบคุม(n=9)	5.85	1.54	5.99	1.81	> 0.05

5. ผลข้างเคียงจากการใช้แอลคาร์นิทีน 2,000 มก.ต่อวัน และกรดไลโปอิก 400 มก.ต่อวัน ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ไม่พบผลข้างเคียงและอาการไม่พึงประสงค์ใดๆ

**การอภิปรายผลการวิจัย**

1. จากสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าหลังการเข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผู้ที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมกลุ่มทดลอง (แอลคาร์นิทีนและกรดไลโปอิก) จะมีภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกายและเส้นรอบวงเอว) ต่ำกว่าเข้าร่วมโครงการ และต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ผลการศึกษานี้สนับสนุนสมมติฐานข้อ 1 จากการศึกษาภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าดัชนีมวลกายและเส้นรอบวงเอวลดลงกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

2. จากสมมติฐานข้อ 2 ที่ว่าหลังการเข้าร่วมโครงการเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผู้ที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมกลุ่มทดลองจะมีค่าความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจใน 10 ปีข้างหน้า (10-year risk Framingham Risk score) ต่ำกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการ และต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ผลการศึกษานี้สนับสนุนสมมติฐานข้อ 2 จากการศึกษา ภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจใน 10 ปีข้างหน้าลดลงกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจก่อนหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

3. จากสมมติฐานข้อ 3 ที่ว่าหลังการเข้าร่วมโครงการเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผู้ที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมกลุ่มทดลอง จะมีผลทางเมตาบอลิกดีขึ้นมากกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการ และดีกว่ากลุ่มควบคุม

### 3.1 ภาวะไขมันในเลือด

กลุ่มทดลองภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยไขมันโคเลสเตอรอล ไขมันไตรกลีเซอไรด์ ไขมันแอลดีแอล และไขมันเอชดีแอลไม่แตกต่างจากก่อนทดลอง ( $p > 0.05$ ) ส่วนกลุ่มควบคุมภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยไขมันโคเลสเตอรอลลดลงกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) มีค่าเฉลี่ยไขมันแอลดีแอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยไขมันไตรกลีเซอไรด์และไขมันเอชดีแอลไม่แตกต่างจากก่อนเข้าร่วมโครงการ ( $p > 0.05$ )

### 3.2 ภาวะดื้ออินซูลิน

กลุ่มทดลองภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลสะสม (HbA1C) เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยน้ำตาลขณะอดอาหารไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ย TG/HDL ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) กลุ่มควบคุมภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลสะสม (HbA1C) เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยน้ำตาลขณะอดอาหารไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ย TG/HDL ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

### 3.3 ภาวะการอักเสบ (Proinflammatory state)

กลุ่มทดลองภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย hs-CRP ก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยกรดยูริกก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) กลุ่มควบคุมภายหลังเข้าร่วมโครงการ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ย hs-CRP ลดลงกว่าก่อนเข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ค่าเฉลี่ยกรดยูริกก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

กลไกการออกฤทธิ์ของแอลคาร์นิทีน มีบทบาทสำคัญในการสร้างพลังงาน โดยจะนำกรดไขมันโมเลกุลยาว (long-chain fatty acids) เข้าสู่ไมโทคอนเดรียที่อยู่ภายในเซลล์ ไขมันเมื่อเข้าสู่ไมโทคอนเดรียจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน นอกจากนี้คาร์นิทีนช่วยชะลอความเสื่อมของไมโทคอนเดรีย จึงช่วยชะลอความชราได้ (BN et al., 2004)

ส่วนกรดอัลฟาไลโปอิกมีหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ ความโดดเด่นของกรดอัลฟาไลโปอิกคือ ความสามารถในการเข้าจัดการอนุมูลอิสระได้ทั้งในน้ำและไขมัน นอกจากนี้อัลฟาไลโปอิกยังสามารถเปลี่ยนสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่น ๆ ในรูปออกซิไดซ์ (Oxidized form) ภายหลังจากการใช้งานแล้วให้กลับคืนเป็นรูปรีดิวซ์ (Reduced form) จึงเท่ากับเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ และช่วยยืดระยะเวลาของสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านั้น (W et al., 2002)

ดังนั้นการให้ร่วมกันระหว่างแอลคาร์นิทีนและกรดไลโปอิกจึงช่วยลดภาวะเครียดจากออกซิเดทีฟ (Oxidative stress) และทำให้ไมโทคอนเดรียสร้างพลังงานเพิ่มขึ้น (mitochondria function) และเพิ่มการเผาผลาญพลังงาน (metabolism) ได้มากกว่าการให้แอลคาร์นิทีนหรือกรดไลโปอิกเพียงตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น

งานวิจัยนี้สอดคล้องการศึกษาของ McMackin et al. เป็น double blind crossover study โดยให้กรดไลโปอิก (LA) ร่วมกับอะเซทิลแอลคาร์นิทีน (ALC) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ placebo ผลการศึกษาในกลุ่ม LA ร่วมกับ ALC ช่วยลดภาวะเครียดออกซิเดทีฟ และเพิ่มการทำงานของไมโทคอนเดรีย รวมทั้งลดความตึงตัวของเส้นเลือด (vascular tone) ทำให้ความดันโลหิตลดลง (McMackin et al., 2007)

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. การใช้แอลคาร์นิทีน 2,000 มก. ต่อวัน ร่วมกับกรดไลโปอิก 400 มก. ต่อวัน ระยะเวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ปลอดภัยและไม่มีผลข้างเคียง เมื่อให้ร่วมกับการควบคุมอาหารและออกกำลังกาย ช่วยลดภาวะอ้วนคือ ค่าดัชนีมวลกายและเส้นรอบเอวลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

2. ผลทางเมตาบอลิกในกลุ่มที่ใช้แอลคาร์นิทีน 2,000 มก. ต่อวัน ร่วมกับกรดไลโปอิก 400 มก. ต่อวัน ระยะเวลาอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ร่วมกับการควบคุมอาหารและออกกำลังกาย พบว่าผลทางเมตาบอลิกก่อนและหลังไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยน้ำตาลสะสมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากปัจจัยรบกวนหลายอย่าง เช่น การควบคุมอาหารและออกกำลังกายไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คุณสมบัติการแตกตัวและการดูดซึมของเม็ดยา การรับประทานอาหารช่วงเทศกาลเฉลิมฉลอง

### 3. ข้อเสนอแนะการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

3.1 ควรใช้แคปซูลจากผัก (Vegetarian capsule) แทนเจลาตินแคปซูล เนื่องจากมีการแตกตัวและดูดซึมที่ดีกว่า

3.2 ควรใช้แอลคาร์นิทีน และกรดไลโปอิกในขนาดที่สูงขึ้น เพื่อติดตามผลการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.3 ควรใช้ระยะเวลาในการทดลองที่ยาวนานขึ้น เพื่อที่จะมีผลการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิกได้ชัดเจนมากขึ้น

3.4 ควรใช้จำนวนตัวอย่างที่มากขึ้น และจำนวนเพศชายและหญิงไม่ควรต่างกันมาก เพื่อผลการวิจัยที่ถูกต้องมากขึ้น

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- โครงการพัฒนาเครือข่ายระดับสากล แผนส่งเสริมการออกกำลังกายและกีฬาเพื่อสุขภาพ.  
(2011). "ขยับ" กระดับกระฉ่งเพื่อสุขภาพที่ดี. กรุงเทพฯ.  
สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2551). *อาหารกับโรคเรื้อรัง*. สืบค้นจาก  
<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=33&chap=7&page=t33-7-infodetail02.html>  
วิชัย เอกพลากร. (2554). *แผนงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย 2552*. สืบค้นจาก  
<http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/files/report51-52.pdf>

### ภาษาต่างประเทศ

- BN, A., & J, L. (2004). Delaying the mitochondrial decay of aging with acetylcarnitine.  
*Ann NY Acad Sci*, 1033, p. 108-16.  
Grundy SM, B. J. (2004). Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart,  
Lung and Blood Institute/American Heart Association Conference on scientific  
issues related to definition, *Circulation*, p. 433-8.  
Jayson Calton. (2015). *The Micronutrient Miracle: The 28-Day Plan to Lose Weight,  
Increase Your Energy, and Reverse disease*. Newyork: Rodale Inc.  
Grundy, & M, S. (2005). Metabolic syndrome scientific statement by the American Heart  
Association and the National Heart, Lung, and Blood Institute,  
*Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 25 (11), p. 2243-4.  
Hagen, Ingersoll, & Lykkesfeldt. (1999). (R)-alpha-lipoic acid-supplemented old rats  
have improved mitochondrial function, decreased oxidative damage, and  
increased metabolic rate. *FASEB journal: official publication of the Federation  
of American Societies for Experimental Biology*, 13(2), p. 411-8.  
HARVARD T.H. CHAN school of public health. (2011). Healthy Eating Plate & Healthy  
Eating Pyramid. Retrieved October 7, 2015, Retrieved from  
<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/healthy-eating-plate>.

- McMackin, & Widlansky. (2007). Effect of Combined Treatment With  $\alpha$ -Lipoic Acid And Acetyl-L-Carnitine on Vascular Function and Blood Pressure in Patients With Coronary Artery Disease, *The Journal of Clinical Hypertension*, pp. 249–255.
- NCEP-ATP III. (2001). Adult Treatment Panel III or ATP III. *JAMA*, 285, p. 2486–97.
- NCEP III. (2002). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report, *Circulation*, 106 (25), p. 3143–421.
- W, J., X, L., ZC, Q., & L, P. (2002). Uptake, recycling, and antioxidant actions of alpha-lipoic acid in endothelial cells, *Free Radic Biol Med*, 33 (1), pp. 83–93.