

รายงานการวิจัย

ผลของอาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะ ต่อการควบคุมระดับน้ำตาล
และปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดในคนไข้้วนที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

Effect of intermittent very-low-calorie diet on glycemic control
and cardiovascular risk factors in obese patients with type 2 diabetes mellitus

ทุนสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข ประจำปี 2559

ศ. นพ. วีรพันธุ์ โชวิฑูรกิจ และคณะ

สาขาวิชาต่อมไร้ท่อและเมตะบอลิซึม
ภาควิชาอายุรศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข ประจำปี 2559 คณะผู้วิจัย
ขอขอบคุณคนไข้ ครอบครัว ผู้ร่วมทำการวิจัย และผู้ช่วยเหลือทุกท่าน

บทคัดย่อภาษาไทย

ที่มา/วัตถุประสงค์ การจำกัดพลังงานในอาหารในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วนร่วมด้วยโดยการรับประทานอาหารพลังงานต่ำมากเพียงอย่างเดียว สามารถทำให้เกิดการสงบของเบาหวานได้ แต่ยังมีข้อจำกัด คือ ผลดีทางคลินิกมักหายไปภายหลังสิ้นสุดการศึกษา การรับประทานอาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะด้วยวิธีการต่างๆ อาจได้ผลดีในระยะยาวมากกว่า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในทางคลินิกของการรักษาด้วยวิธีการโภชนบำบัดโดยการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันและ 4 วันต่อสัปดาห์ ที่มีผลต่อการสงบของโรคเบาหวาน สมดุลน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมและองค์ประกอบของร่างกาย คุณภาพชีวิต รวมทั้งการทำงานของเบต้าเซลล์ และภาวะดื้อต่ออินซูลิน

ประชากรและวิธีการศึกษา ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วนร่วมด้วยจำนวน 40 ราย เข้าร่วมการศึกษา มีอายุเฉลี่ย 40.6 ปี ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 36.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับการแบ่งกลุ่มแบบสุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (12 ราย) กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร (600 กิโลแคลอรีต่อวัน) แบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ (14 ราย) และ 4 วันต่อสัปดาห์ (14 ราย) เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับการตรวจเลือด ตรวจวัดองค์ประกอบของร่างกาย และตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์

ผลการวิจัย ที่ 20 สัปดาห์ พบการสงบของเบาหวาน เฉพาะในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันและ 4 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มละ 4 ราย ผู้เข้าร่วมการศึกษาสามารถหยุดยาได้ จำนวน 7, 9 และ 12 คน คิดเป็น 58%, 63% และ 86% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันและ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร ระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมงหลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาลกลูโคส และระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบการลดลงของระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%Fat) มวลไขมันในร่างกาย (fat mass) มวลไร้ไขมัน (fat free mass) และมวลกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน สมดุลของระดับน้ำตาลที่ดีขึ้นสัมพันธ์กับภาวะดื้ออินซูลินที่ลดลงและการหลั่งอินซูลินที่ดีขึ้น คุณภาพชีวิตพบว่าดีขึ้นเช่นกัน โดยไม่พบอาการข้างเคียงที่ร้ายแรง

นอกจากนี้ ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของความดันโลหิต SBP และ DBP และ ค่าเอนไซม์ตับ AST และ ALT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย การจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันและ 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ได้ผลดีในการควบคุมเบาหวาน โดยไม่พบภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง และการจำกัดพลังงานแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์พบการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Aim/ Hypothesis: Caloric restriction in patients with type 2 diabetes mellitus and obesity can induce diabetes remission but the beneficial effects often disappear after discontinuation of caloric restriction. Intermittent caloric restriction may be beneficial in the long term. This study aims to examine the effects of intermittent caloric restriction by means of very-low calorie diet (2 and 4 days/week) on diabetes remission, glucose homeostasis, metabolic and anthropometric changes, quality of life, as well as beta cell function and insulin resistance.

Method: Forty-two patients with type 2 diabetes and obesity (mean age 40.6 years, BMI 36.9 kg/m²) were enrolled. Participants were randomly assigned into 3 groups (control [n=12], intermittent VLCD 2 days/week [n=14] and intermittent VLCD 4 days/week [n=14]) for 20 weeks. They received blood tests, anthropometric measurement and answered the quality of life questionnaire at weeks 0, 2, 10 and 20.

Results: At 20 weeks, diabetes remission was found only in the intermittent VLCD 2 days/week and the 4 days/week groups (4 each). Anti-diabetic medications were successfully withdrawn in 7, 9 and 12 subjects, representing 58%, 63% and 86%, in the control, the intermittent VLCD 2 days/week and the intermittent VLCD 4 days/week groups, respectively.

In both the intermittent VLCD 2 days/week and the intermittent VLCD 4 days/week groups, there were significant decreases in FPG, 2 hr glucose after a 75 gm OGTT, and HbA_{1c}. In addition, triglyceride level, body weight, BMI, body fat percentage, fat mass, fat free mass and muscle mass were significantly decreased. Improvement in glycemic control was associated with a reduction in a decrease in insulin resistance. Quality of life was also significantly increased in both VLCD groups. No serious adverse events were observed.

Moreover, in the intermittent VLCD 4 days/week group, there were significant decreases in SBP, DLP, AST and ALT.

Conclusion: Intermittent dietary caloric restriction (2 days/week and 4 days/week) for 20 weeks was highly effective in rapidly achieving glycemic control without serious adverse events. Improvements in the intermittent VLCD 4 days/week were more pronounced than those in the intermittent VLCD 2 days/week.

สารบัญเรื่อง

หัวข้อ	หน้า
บทนำ	
ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	11
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	13
ขอบเขตของโครงการวิจัย	14
ทฤษฎี แนวทางความคิดของโครงการวิจัย	14
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	15
วิธีการดำเนินการวิจัย	
การเก็บข้อมูลและจำนวนตัวอย่าง	20
ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	22
การวิเคราะห์ผล	23
ผลการวิจัย	24
อภิปรายผล	33
สรุป	35
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นต่อไป	35
บรรณานุกรม	80
ประวัตินักวิจัยและคณะ	85

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	คุณลักษณะพื้นฐานของประชากร	37
ตารางที่ 2	ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร	38
ตารางที่ 3	ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	38
ตารางที่ 4	จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร (FPG) <126 มก./ดล.	39
ตารางที่ 5	ระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมง หลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัม กลูโคส	40
ตารางที่ 6	ระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมง หลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัม กลูโคส (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	40
ตารางที่ 7	น้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด	41
ตารางที่ 8	น้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	41
ตารางที่ 9	จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่สามารถหยุดยาได้	42
ตารางที่ 10	การสงบของเบาหวาน	42
ตารางที่ 11	ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม	43
ตารางที่ 12	ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	43
ตารางที่ 13	ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์	44
ตารางที่ 14	ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	44
ตารางที่ 15	ระดับของไขมัน HDL-cholesterol	45
ตารางที่ 16	ระดับของไขมัน HDL-cholesterol (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	45
ตารางที่ 17	ระดับของไขมัน LDL-cholesterol	46
ตารางที่ 18	ระดับของไขมัน LDL-cholesterol (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	46
ตารางที่ 19	ค่าการทำงานของตับ AST	47
ตารางที่ 20	ค่าการทำงานของตับ AST (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	47
ตารางที่ 21	ค่าการทำงานของตับ ALT	48
ตารางที่ 22	ค่าการทำงานของตับ ALT (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	48
ตารางที่ 23	ค่าการทำงานของตับ ALP	49
ตารางที่ 24	ค่าการทำงานของตับ ALP (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	49
ตารางที่ 25	ค่าอัลบูมิน	50
ตารางที่ 26	ค่าอัลบูมิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	50
ตารางที่ 27	ค่าการทำงานของไต	51
ตารางที่ 28	ค่าการทำงานของไต (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	51
ตารางที่ 29	ค่าความดันโลหิต SBP	52
ตารางที่ 30	ค่าความดันโลหิต SBP (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	52
ตารางที่ 31	ค่าความดันโลหิต DBP	53
ตารางที่ 32	ค่าความดันโลหิต DBP เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	53
ตารางที่ 33	น้ำหนักตัว	54
ตารางที่ 34	น้ำหนักตัว (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	54
ตารางที่ 35	ดัชนีมวลกาย	55
ตารางที่ 36	ดัชนีมวลกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	55
ตารางที่ 37	เส้นรอบเอว	56
ตารางที่ 38	เส้นรอบเอว (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	56

ตารางที่ 39	เปอร์เซ็นต์ ไขมันในร่างกาย	57
ตารางที่ 40	เปอร์เซ็นต์ ไขมันในร่างกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	57
ตารางที่ 41	มวลไขมันในร่างกาย	58
ตารางที่ 42	มวลไขมันในร่างกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	58
ตารางที่ 43	มวลไร้ไขมัน	59
ตารางที่ 44	มวลไร้ไขมัน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	59
ตารางที่ 45	มวลกล้ามเนื้อ	60
ตารางที่ 46	มวลกล้ามเนื้อ (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	60
ตารางที่ 47	น้ำหนักของน้ำในร่างกาย	61
ตารางที่ 48	น้ำหนักของน้ำในร่างกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	61
ตารางที่ 49	คุณภาพชีวิต	62
ตารางที่ 50	คุณภาพชีวิต (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	62
ตารางที่ 51	มิติ 1 Physical function	63
ตารางที่ 52	มิติ 1 Physical function (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	63
ตารางที่ 53	มิติ 2 Role limitations due to physical health	64
ตารางที่ 54	มิติ 2 Role limitations due to physical health (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	64
ตารางที่ 55	มิติ 3 Role limitation due to pain	65
ตารางที่ 56	มิติ 3 Role limitation due to pain (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	65
ตารางที่ 57	มิติ 4 Role limitation due to emotional problems	66
ตารางที่ 58	มิติ 4 Role limitation due to emotional problems (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	66
ตารางที่ 59	มิติ 5 Role limitation due to emotional well being	67
ตารางที่ 60	มิติ 5 Role limitation due to emotional well being (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	67
ตารางที่ 61	มิติ 6 Role limitation due to social functioning	68
ตารางที่ 62	มิติ 6 Role limitation due to social functioning (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	68
ตารางที่ 63	มิติ 7 Role limitation due to health change	69
ตารางที่ 64	มิติ 7 Role limitation due to health change (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	69
ตารางที่ 65	มิติ 8 Role limitation due to energy fatigue	70
ตารางที่ 66	มิติ 8 Role limitation due to energy fatigue (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	70
ตารางที่ 67	มิติ 9 Role limitation due to general health	71
ตารางที่ 68	มิติ 9 Role limitation due to general health (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	71
ตารางที่ 69	ภาวะดื้อต่ออินซูลิน	72
ตารางที่ 70	ภาวะดื้อต่ออินซูลิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	72
ตารางที่ 71	ความไวต่ออินซูลิน	73
ตารางที่ 72	ความไวต่ออินซูลิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	73
ตารางที่ 73	ปริมาณความไวต่ออินซูลิน จากการทดสอบด้วย ความทนทานต่อกลูโคส	74
ตารางที่ 74	ปริมาณความไวต่ออินซูลิน จากการทดสอบด้วย ความทนทานต่อกลูโคส (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	74

ตารางที่ 75	อัตราส่วนของปริมาณอินซูลินในเลือดต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด	75
ตารางที่ 76	อัตราส่วนของปริมาณอินซูลินในเลือดต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	75
ตารางที่ 77	การวัดปริมาณความสัมพันธ์ระหว่าง ความไวของเบต้าเซลล์ และความไวต่ออินซูลิน	76
ตารางที่ 78	การวัดปริมาณความสัมพันธ์ระหว่าง ความไวของเบต้าเซลล์ และความไวต่ออินซูลิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)	76
ตารางที่ 79	ผลการศึกษารวมทั้งหมด	
	กลุ่มควบคุม	77
ตารางที่ 80	ผลการศึกษารวมทั้งหมด	
	กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์	78
ตารางที่ 81	ผลการศึกษารวมทั้งหมด	
	กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์	79

สารบัญรูป

รูป

หน้า

รูปที่ 1 กรอบแนวความคิด

14

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

A1C	HbA _{1c} , hemoglobin A _{1c}
Alb	albumin
ALP	alkaline phosphatase
ALT	alanine aminotransferase
AST	aspartate aminotransferase
BMI	body mass index
BW	body weight
Cr	creatinine
DBP	diastolic blood pressure
DM	diabetes mellitus
FFM	fat free mass
FPG	fasting plasma glucose
HDL	high-density lipoprotein
HOMA-IR	homeostasis model assessment-insulin resistance
LDL	low-density lipoprotein
MM	muscle mass
OGTT	oral glucose tolerance test
PP	postprandial plasma glucose
QoL	quality of life
QUICKI	quantitative insulin sensitivity check index
SBP	systolic blood pressure
SF-36	36-Item short form health survey
TBW	total body water
TC	total cholesterol
TG	triglyceride
VLCD	very low calorie diet
WC	waist circumference

บทนำ

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

โรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable disease, NCD) เป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญ ทั้งของประเทศไทยเองและทั่วโลก จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกในปีพ.ศ. 2552 (1) พบว่า สถิติผู้เสียชีวิตจากกลุ่มโรคนี้คิดเป็น 63% ของสาเหตุการเสียชีวิตของประชากรโลกทั้งหมด และที่สำคัญกว่านั้นคือ กว่า 80% ของผู้ที่เสียชีวิตเป็นประชากรของประเทศกำลังพัฒนา รวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเจริญทางเศรษฐกิจสังคมและเทคโนโลยี ความเป็นอยู่สะดวกสบายมากขึ้น การใช้พลังงานลดลง พลังงานที่ได้รับมากกว่าพลังงานที่ใช้ไป การขาดนโยบายหรือแนวทางในการป้องกันและรักษาโรคเหล่านี้ในแต่ละประเทศและอื่นๆ

สำหรับประเทศไทย สถิติเมื่อปีพ.ศ. 2552 พบว่า มีประชากรไทยประมาณ 14 ล้านคนที่เป็นโรคในกลุ่มนี้ และมีประชากรไทยที่เสียชีวิตจากโรคกลุ่มนี้มากกว่า 623 ต่อประชากร 100,000 คนต่อปีคิดเป็น 73% ของการเสียชีวิตของประชากรไทยทั้งหมด เมื่อคิดเป็นมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจ พบว่าสูงถึง 20,000 ล้านบาทต่อปี (2-4) ผลจากสถิติการเสียชีวิตดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของนานาชาติ และมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต ซึ่งโรคในกลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรังที่มีอัตราผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตสูงสุดอันดับต้นๆ ได้แก่ โรคเบาหวาน (diabetes mellitus) โรคหลอดเลือดสมองและหัวใจ (cardiovascular and cerebrovascular diseases) โรคความดันโลหิตสูง (hypertension) และโรคอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) (4, 5)

โรคอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) เป็นกลุ่มโรคที่พบความผิดปกติในร่างกายหลายอย่าง ได้แก่ มีภาวะอ้วน มีความดันโลหิตสูง ระดับน้ำตาลสูง และระดับไขมันในเลือดที่ผิดปกติ (6) ความชุกของภาวะนี้ในประเทศไทยในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเพิ่มจาก 24.1% ในปีพ.ศ. 2540 เป็น 28.1% ในปีพ.ศ. 2547 และเพิ่มเป็น 36.5% ในปีพ.ศ. 2552 (4, 7-9)

โรคอ้วนลงพุงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยโอกาสเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคหัวใจและหลอดเลือดจะมากขึ้นตามปัจจัยเสี่ยงที่มากขึ้น (10) กลไกการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จากโรคอ้วนลงพุงเชื่อว่า เกิดจากร่างกายมีภาวะดื้อต่ออินซูลินจากปริมาณไขมันที่มากขึ้น ทำให้ตับอ่อนสร้างอินซูลินเพิ่มขึ้น เพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือด เมื่อเวลาผ่านไป ตับอ่อนไม่สามารถสร้างอินซูลินได้อย่างเพียงพอ จึงทำให้เกิดโรคเบาหวาน นอกจากนี้ปริมาณอินซูลินที่สูงในเลือดจะทำให้ไขมันในเลือดผิดปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดตามมา (11)

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่พบได้บ่อยและเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย จากข้อมูลความชุกของโรคเบาหวานในประเทศไทยพบ 6.7% ในปีพ.ศ. 2547 เพิ่มขึ้นเป็น 7.5% ในปีพ.ศ. 2552 และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นต่อเนื่อง (12) โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นโรคที่มีความผิดปกติของการควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือดให้อยู่ในระดับปกติ ระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงมีผลต่ออวัยวะต่างๆ ทำให้การทำงานเสื่อมลง เกิดภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังของหลอดเลือด ทั้งหลอดเลือดขนาดเล็ก และหลอดเลือดขนาดใหญ่ส่งผลให้เกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆตามมา เช่น ภาวะไตวายเรื้อรัง ตาบอด โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น ซึ่งภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังดังกล่าวนี้เป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยพิการและการตายในคนไข้โรคเบาหวานจากการจัดอันดับสูญเสียปีสุขภาวะ ปีพ.ศ. 2552 พบว่า โรคเบาหวานทำให้เกิดการสูญเสียปีสุขภาวะเป็นอันดับ 1 ในเพศหญิง คิดเป็น 8.6% และเป็นอันดับ 7 ในเพศชายคิดเป็น 3.8% มีค่าใช้จ่ายในการ

รักษาพยาบาลผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในด้วยโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรังหลักที่เกิดจากโรคเบาหวานเท่ากับ 3.984 ล้าน บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 15.79% ของภาพรวมโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรังหลักและจากข้อมูลล่าสุดในปีพ.ศ. 2556 พบว่า ประเทศไทยมีอัตราป่วยด้วยโรคเบาหวาน 1,081.25 ต่อแสนประชากร และมีผู้เสียชีวิตจาก โรคเบาหวานทั้งหมด 9,647 ราย หรือเฉลี่ยวันละ 27 คน คิดเป็นอัตราตายด้วยโรคเบาหวาน 14.93 ต่อแสน ประชากร (3, 4)

กลไกของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีความซับซ้อนและเกิดจากความผิดปกติหลายระบบที่ เกี่ยวเนื่องกับพยาธิกำเนิดของโรคอ้วนลงพุงทั้งที่ตับอ่อน ตับ กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อไขมัน ไต และอื่นๆ (13) ในขณะนี้ การรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อาศัยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้วยการควบคุมอาหาร การ ออกกำลังกายและการลดน้ำหนักเป็นหลัก หากยังไม่ได้ผลตามต้องการ จึงต้องอาศัยการรักษาด้วยยา จาก ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินโรคของเบาหวานพบว่า การรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ด้วยยาเม็ดลดระดับน้ำตาล ในเลือด (oral hypoglycemic drugs) ที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่างๆ หรือแม้แต่การใช้อินซูลิน ไม่สามารถ ชะลอการลดลงของการหลั่งอินซูลินจากเบต้าเซลล์ (β -cell failure) ได้ การดำเนินโรคของเบาหวาน ยังคง ดำเนินต่อไปปริมาณและการทำงานของเบต้าเซลล์ที่ตับอ่อนที่ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่มากขึ้นทำ ให้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดใช้ไม่ได้ผล จำเป็นต้องใช้อินซูลินในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในคนไข้ เหล่านี้

การควบคุมอาหารโดยการรับประทานอาหารที่มีพลังงานต่ำมาก เป็นวิธีหนึ่งที่มีคำแนะนำให้ใช้ใน คนไข้เบาหวาน โดยเฉพาะในคนไข้ที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วน ผลจากการศึกษาในอดีต ทั้งในต่างประเทศและที่ ทำโดยคณะผู้วิจัยในคนไทย พบว่าอาหารพลังงานต่ำมาก หรือ very low calorie diet เหล่านี้ ได้ผลดีในการ ควบคุมระดับน้ำตาลในคนไข้ดังกล่าว โดยไม่เกิดผลเสียรุนแรง (14-16) อย่างไรก็ตาม คำจำกัดความของ อาหารพลังงานต่ำมากนั้น ยังมีความหลากหลายมาก ที่เป็นที่ยอมรับกันส่วนใหญ่ คืออาหารที่มีพลังงานไม่เกิน 800 กิโลแคลอรีต่อวัน (17, 18) การศึกษาทางคลินิกที่ทำในต่างประเทศ ก็ยังมีความหลากหลาย ทั้งชนิดของ อาหารพลังงานต่ำมาก จำนวนพลังงานในอาหารที่กำหนดในแต่ละวัน ระยะเวลาที่ศึกษา รวมทั้งวิธีการในการ วัดผลทางคลินิกต่างๆ

ในโครงการวิจัยของคณะผู้วิจัยที่เพิ่งเสร็จสิ้นไปนั้น ได้ศึกษาการดำเนินโรคของเบาหวานและ ประสิทธิภาพของการรักษาด้วยวิธีการโภชนบำบัด โดยการจำกัดพลังงานในอาหารในประชากรไทยที่เป็น เบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งทำการศึกษาในเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ แบบคนไข้นอก จำนวน 20 ราย มี การจำกัดพลังงานในอาหาร โดยให้รับประทานอาหารไทยที่มีการคิดค้นสูตรและเตรียมโดยฝ่ายโภชนวิทยา และโภชนบำบัด โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ให้มีพลังงานต่ำมาก คือประมาณ 600 กิโลแคลอรีต่อวันเป็น เวลานาน 8 สัปดาห์ ผลการศึกษา พบการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารและน้ำตาลเฉลี่ย สะสมในเลือด (HbA_{1c}) พบการลดลงของน้ำหนักตัวดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) ระดับไตรกลี เซอไรด์ และมีการดีขึ้นของความไวต่ออินซูลินและการหลั่งของอินซูลิน ผลการศึกษาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง พบว่า ในช่วงของการควบคุมอาหาร โรคเบาหวานสงบลง (remission) และ**ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกราย สามารถหยุดยารักษาโรคเบาหวานได้ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการศึกษา** การศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าการ จำกัดพลังงานในอาหารโดยการให้คนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 รับประทานอาหารพลังงานต่ำมาก**เพียงอย่างเดียว** ทำให้การทำงานของเบต้าเซลล์กลับสู่สภาวะปกติ โรคเบาหวานสงบโดยไม่ต้องใช้ยา คนไข้สามารถหยุดยา รักษาโรคเบาหวานได้ (19)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การจำกัดพลังงานในอาหารโดยการรับประทานอาหารพลังงานต่ำมากจะมี ประโยชน์ในการควบคุมสมดุลของน้ำตาลในเลือดและองค์ประกอบอื่นๆของร่างกาย แต่พบว่ายังมีข้อจำกัด

ของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบต่อเนื่อง (continuous) กล่าวคือผลดีทางคลินิกจากการจำกัดพลังงานในอาหาร มักจะหายไปภายหลังสิ้นสุดการศึกษาเมื่อมีการเพิ่มพลังงานในอาหาร ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและระดับน้ำตาลในเลือดเริ่มสูงขึ้นอีก แสดงว่าผลของการจำกัดพลังงานอาหารอย่างต่อเนื่องในระยะเวลายาว ไม่ได้ผลดีที่ยั่งยืนในระยะยาว (20-22)

การจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ (intermittent) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการควบคุมระดับน้ำตาลและน้ำหนักตัว แม้จะมีการศึกษาอยู่ไม่มากนัก แต่ก็พบว่ามีประสิทธิภาพในด้านของการควบคุมของสมดุลน้ำตาลในเลือด น้ำหนักตัว และดัชนีมวลกายได้ โดยพบว่าทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านของกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย (thermogenesis) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะต้านการลดลงของน้ำหนักตัว (weight loss resistance) ทั้งยังช่วยป้องกันการสูญเสียมวลไร้ไขมัน (lean body mass) และป้องกันการลดลงของอัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (resting metabolic rate) ด้วย (23-25)

ในทางทฤษฎี การจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ มีข้อดีตรงที่การจำกัดพลังงาน ไม่ได้ทำทุกวัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตเพียงเล็กน้อยเป็นบางวัน จึงน่าจะช่วยเพิ่มการปฏิบัติตามในด้านการจำกัดพลังงานในอาหาร หรือ compliance ให้ดีขึ้น (26-28) ทำให้การดูแลควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและ น้ำหนักตัว ประสบความสำเร็จมากขึ้น นอกจากนี้ โอกาสที่จะเกิดอาการข้างเคียงจากการรับประทานอาหารพลังงานต่ำต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน เช่น ท้องผูก หรือปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ น่าจะลดลง การติดตามอย่างใกล้ชิดโดยแพทย์ ไม่น่าจะมีความจำเป็นมากเหมือนกับการรับประทานอาหารพลังงานต่ำอย่างต่อเนื่องนานๆ

ในปัจจุบัน แนวทางเวชปฏิบัติในการดูแลรักษาคนไข้โรคเบาหวานและคนอ้วน แนะนำให้มีการควบคุมอาหาร ออกกำลังกาย และลดน้ำหนัก โดยให้รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (29) อย่างไรก็ตาม คำแนะนำดังกล่าว ยังขาดความชัดเจน เนื่องจากไม่ได้บ่งชี้ชัดว่าการควบคุมอาหารนั้น มีแนวทางในการปฏิบัติอย่างไร บุคลากรทางการแพทย์ยังขาดองค์ความรู้ที่จะนำไปแนะนำคนไข้เพื่อให้ปฏิบัติได้จริง และคนไข้ก็ยังขาดแนวทางที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ในเวชปฏิบัติทั่วไป คนไข้ที่อ้วนมักพยายามที่จะลดน้ำหนักด้วยการจำกัดพลังงานอาหารด้วยวิธีต่างๆ ที่หลากหลาย และมักจะทำต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลายาวๆ เมื่อไม่สามารถควบคุมได้ ก็จะกลับไปสู่พฤติกรรมเดิมๆ ทำให้เกิดเป็น Yo-yo effect (weight recycling) ตามมา (30-32)

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการรับประทานอาหารที่มีพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะ ในคนไข้ที่อ้วนที่มีโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อประเมินผลการสงบของเบาหวาน ผลในการควบคุมระดับน้ำตาล น้ำหนักตัว องค์ประกอบของร่างกาย และผลอื่นๆ ทางคลินิก รวมทั้งอาการข้างเคียง และมีการประเมินคุณภาพชีวิต ก่อนและหลังการศึกษาด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

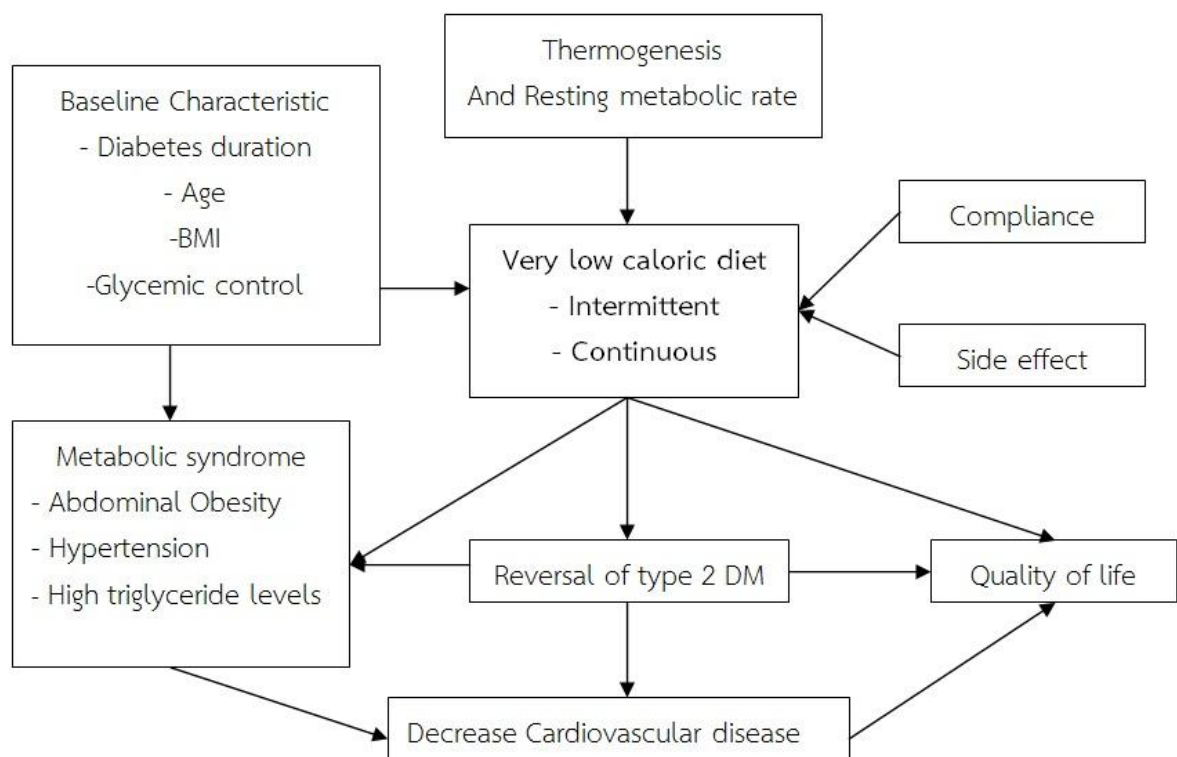
เพื่อศึกษาผลของการรับประทานอาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะ ต่อการสงบของโรคเบาหวาน การควบคุมระดับน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิกอื่นๆ กลไกการดีขึ้นของระดับน้ำตาล อาการข้างเคียง รวมทั้งคุณภาพชีวิตของคนไข้ที่อ้วนที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ ทำเปรียบเทียบผลของการจำกัดพลังงานในอาหารในผู้เข้าร่วมการวิจัยที่อ้วนและเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 28 รายกับกลุ่มควบคุมที่มีการรับประทานอาหารเบาหวานปกติจำนวน 14 ราย โดยกำหนดให้ ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มทดลองมีการรับประทานอาหารพลังงานต่ำมากคือประมาณ 600 กิโลแคลอรีต่อวัน ซึ่งเป็นอาหารไทยที่มีการคิดค้นและปรับปรุงโดยฝ่ายโภชนาการและโภชนะบำบัด โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เป็นเวลา 5 วันในช่วง 2 สัปดาห์แรก จากนั้น ให้รับประทานเพียง 2 วันต่อสัปดาห์ หรือ 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์ (รวมระยะเวลา ทั้งหมด 20 สัปดาห์) โดยทำการศึกษแบบ คนไข้นอก (out-patient) แต่มีการติดตามอย่างใกล้ชิด มีการประเมินผลการศึกษาเป็นระยะ ทั้งก่อน การศึกษา ระหว่างการศึกษา และเมื่อสิ้นสุดการศึกษา ในด้านการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย การเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิกอื่นๆที่เป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจ และหลอดเลือด และคุณภาพชีวิต

ทฤษฎี แนวทางความคิดของโครงการวิจัย

รูปที่ 1 กรอบแนวความคิด



การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับผลของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบต่อเนื่อง(continuous)ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึม

ในอดีตได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบต่อเนื่อง ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมในคนไข้โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งส่วนใหญ่ศึกษาในด้านของการลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในคนไข้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินร่วมด้วยได้แก่

ในปี พ.ศ. 2529 Henry และคณะ (33) ศึกษาคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 และมีภาวะอ้วน จำนวน 10 ราย พบว่า ภายหลังการรับประทานอาหารพลังงานต่ำมาก (300 กิโลแคลอรีต่อวัน) เป็นเวลา 36 วัน มีการดีขึ้นอย่างรวดเร็วของการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ระดับน้ำตาลหลังอาหารลดลงจาก 291 ± 21 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร เป็น 93 ± 6 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรและการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นถึงความปลอดภัยจากการจำกัดพลังงานในอาหาร โดยไม่พบการเสียสมดุลของเกลือแร่ ในร่างกาย

การศึกษาโดย Capstick และคณะ (34) ในปี พ.ศ. 2539 ในคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 มีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 38.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ดี จำนวน 14 ราย ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับอาหารที่พลังงานต่ำมาก 425 กิโลแคลอรีต่อวันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลเฉลี่ยก่อนอาหารและหลังอาหาร ลดลง 25% และ 20% ตามลำดับ ระดับน้ำตาลสะสม HbA_{1c} ลดลงจาก 8.6% เหลือ 7.1% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คนไข้เหล่านี้สามารถหยุดการใช้อินซูลินได้จำนวน 7 ราย และปริมาณการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย ลดลงจาก 8 เม็ด เป็น 2 เม็ดต่อวัน

การศึกษาโดย Dhindsa และคณะ (20) ในปีพ.ศ. 2546 แสดงถึงผลทั้งในระยะสั้นและผลในระยะยาว (1 ปี) ของการจำกัดพลังงานในอาหาร ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึม และผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยทำการศึกษาในคนไข้ที่อ้วนและเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 40 ราย ดัชนีมวลกายเฉลี่ยประมาณ 40 กิโลกรัมต่อตารางเมตรและมีอาการเนื่องจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูง แม้ว่าจะได้รับยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดหลายชนิดหรือแม้แต่ได้รับอินซูลินร่วมด้วย โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำมาก (750 กิโลแคลอรีต่อวัน) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ หลังจากนั้น สามารถรับประทานอาหารที่มีพลังงานสูงขึ้นได้ตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ภายหลัง 8 สัปดาห์ของการจำกัดพลังงานในอาหาร มีการลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (fructosamine) รวมทั้งมีการลดลงของระดับโคเลสเตอรอล และระดับความดันโลหิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับ fructosamine ก่อนและหลังการจำกัดพลังงานในอาหารเท่ากับ 386 ± 73 และ 346 ± 49 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ หรือเทียบเท่ากับการลดลงของระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA_{1c}) ประมาณ 1% แต่หลังจากการติดตามภายหลังการศึกษา เป็นเวลา 1 ปี พบว่าการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดมีแนวโน้มที่แย่ลง ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (fructosamine) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 374 ± 41 มิลลิโมลาร์ตามลำดับ โดยที่ระดับโคเลสเตอรอลและความดันโลหิตยังสามารถรักษาระดับอยู่ได้

ผลการศึกษาของ Lim และคณะ (35) ในปี พ.ศ. 2554 ในคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 11 ราย แบ่งเป็น เพศชาย 9 รายและ เพศหญิง 2 ราย อายุเฉลี่ย ระหว่าง 49.5 ± 2.5 ปี ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 33.6 ± 1.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร คนไข้ได้รับการจำกัดพลังงานโดยใช้อาหารสูตรจำเพาะแบบน้ำ (Optifast; Nestle Nutrition) 600 กิโลแคลอรีต่อวันและได้รับการตรวจวัดสมดุลของน้ำตาลในร่างกาย ในด้านการหลั่งน้ำตาลจากตับ (basal hepatic glucose output) การตอบสนองต่ออินซูลินของตับและเซลล์เนื้อเยื่ออินซูลิน (hepatic and peripheral insulin sensitivity) และ การทำงานของเบต้าเซลล์ (β -cell function) ผลการศึกษาพบว่า ภายใน 1 สัปดาห์ของการควบคุมอาหาร ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารลดลงมาสู่ระดับปกติ จาก 9.2 ± 0.4 นาโนโมลต่อลิตรเหลือ 5.9 ± 0.4 นาโนโมลต่อลิตร มีการยับยั้งการสร้างน้ำตาลจาก

ตับ (insulin suppression of hepatic glucose output) จาก $43 \pm 4\%$ เป็น $74 \pm 5\%$ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังมีการลดลงของ hepatic triglyceride content หลังการจำกัดพลังงานในอาหารในกลุ่มคนไข้เบาหวานจาก $12.8 \pm 2.4\%$ เหลือ $2.9 \pm 0.2\%$ และ pancreatic triglyceride content ลดลงจาก $8.0 \pm 1.6\%$ เหลือ $6.2 \pm 1.1\%$ ผลการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การควบคุมเบาหวานอาหารโดยการจำกัดพลังงานในอาหารเพียงอย่างเดียว สามารถทำให้การทำงานของเบต้าเซลล์ กลับสู่สภาพปกติได้ แต่มีข้อจำกัด คือ สูตรอาหารที่ให้กับคนไข้ในการศึกษานี้เป็นอาหารสูตรจำเพาะแบบน้ำ (optifast; Nestle Nutrition) และมีการติดตามหลังจบการศึกษาเพียงช่วงสั้นๆ

การศึกษาโดย Malandrucco และคณะ (36) ในปี พ.ศ. 2555 ในคนที่มีภาวะอ้วนหรือน้ำหนักเกินอย่างมาก (severe obesity) ดัชนีมวลกาย >40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 14 ราย โดยได้รับพลังงานในอาหาร 400 กิโลแคลอรีต่อวัน เป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษา พบว่าการจำกัดพลังงานในอาหารในคนไข้เบาหวานที่มีภาวะอ้วน สามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลได้ดี ทั้งในด้าน insulin sensitivity และ insulin secretion โดยไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว โดยพบมีการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดและระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดหลังอดอาหาร มี Disposition index ที่ดีขึ้นจาก 59.0 ± 6.3 เป็น $75.5 \pm 6.3 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \text{ body surface area}$

ผลการศึกษาล่าสุดในโครงการวิจัยที่มีพ.ต.ต. หญิง พญ. มงคลธิดา อัมพลเสถียร และรศ. นพ. วีรพันธุ์ โชวิฑูรกิจเป็นหัวหน้าโครงการ (19) ทำในคนไข้ที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วน จำนวน 19 ราย มีอายุเฉลี่ย 48 ± 7 ปี ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 28 ± 0.8 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยในการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงก่อนเริ่มการศึกษารจริง 2 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ -2-0, run-in period) ผู้เข้าร่วมการศึกษารับการจำกัดพลังงานในอาหาร (600 กิโลแคลอรีต่อวัน) เป็นบางวัน ช่วงได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบผู้ป่วยนอกอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 1-8, caloric restriction period) และ ช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ผู้เข้าร่วมการศึกษารับประทานอาหารที่มีพลังงานเพิ่มขึ้นจนถึง 1,500 กิโลแคลอรีต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (transition period) ผลการศึกษารพบว่า ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกราย สามารถหยุดยาเบาหวานได้ ตั้งแต่ช่วงแรกๆของการศึกษา โดยพบการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารและน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA_{1c}) หลัง 8 สัปดาห์ของการจำกัดพลังงานในอาหารเทียบกับสัปดาห์ที่ -2 (94 ± 6 vs 183 ± 17 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ, $p = <0.001$ และ $5.7 \pm 0.2\%$ vs $7.5 \pm 0.4\%$ ตามลำดับ, $p=0.001$) เมื่อสิ้นสุดการศึกษารที่สัปดาห์ที่ 12 พบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักตัวเฉลี่ยเทียบกับสัปดาห์ที่ -2 (62.1 ± 2.6 vs 71.6 ± 2.9 กิโลกรัมตามลำดับ, $p = <0.001$) และดัชนีมวลกาย (24.1 ± 0.7 vs 27.7 ± 0.8 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ, $p <0.001$)

การจำกัดพลังงานในอาหารมีความสัมพันธ์กับการดีขึ้นของความไวต่ออินซูลินและการหลั่งของอินซูลิน หลัง 8 สัปดาห์ของการจำกัดพลังงานในอาหารเมื่อเทียบกับสัปดาห์ที่ -2 ดังแสดงจาก HOMA1-IR ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้บอกถึงความดื้ออินซูลิน (1.5 ± 0.2 vs 5.8 ± 0.9 ตามลำดับ, $p = 0.001$), Matsuda Index (6.8 ± 0.9 vs 2.5 ± 0.3 ตามลำดับ, $p = 0.012$) และ Disposition index (2.3 ± 0.4 vs 0.5 ± 0.1 ตามลำดับ, $p = 0.001$) ในการศึกษานี้ไม่พบภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง อาการข้างเคียงที่พบบ่อย คืออาการท้องผูก และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เมื่อประเมินคุณภาพชีวิตก่อนและหลังเข้าการศึกษา พบมีการเพิ่มขึ้นของคุณภาพชีวิต แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อสิ้นสุดการศึกษารไม่พบว่า ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องเริ่มยารักษาเบาหวานใหม่ (19)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอาหารพลังงานต่ำมากที่ได้รับประทานอย่างต่อเนื่อง สามารถทำให้เกิดการสงบ (remission) ของโรคเบาหวานได้ น้ำหนักตัวลดลงร่างกายมีความไวต่ออินซูลินและการหลั่งของ

อินซูลินที่ดีขึ้น การจำกัดพลังงานในอาหารอย่างต่อเนื่องจึงเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการดูแลรักษาผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

อย่างไรก็ตาม การจำกัดพลังงานในอาหารอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ มักทำได้ยาก การลดลงของน้ำหนักตัวและการควบคุมสมดุลของน้ำตาลในเลือดมักดีขึ้นในระหว่างการศึกษาช่วงสั้นๆ เมื่อติดตามคนไข้หลังจบการศึกษาในระยะยาว พบว่าผู้ที่ได้รับพลังงานในอาหารมากขึ้น มักมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และในบางราย ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารจะสูงขึ้นตาม ทำให้ต้องกลับมารับประทานยาใหม่ซึ่งบ่งว่าผลดีจากการรับประทานอาหารพลังงานต่ำอย่างต่อเนื่องนั้น อาจไม่ได้คงอยู่ในระยะยาว

การศึกษาเกี่ยวกับผลของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ(intermittent) ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึม

การศึกษาผลของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ มีการศึกษาทั้งในคนไข้ที่มีภาวะอ้วนเพียงอย่างเดียว และ คนไข้ที่อ้วนที่มีโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ร่วมด้วย การศึกษาที่ทำเฉพาะในคนไข้ที่มีภาวะอ้วนแต่ไม่มีโรคเบาหวาน มีดังนี้

การศึกษาโดย Rossner และคณะ (37) ในปีพ.ศ. 2540 ในคนไข้ที่มีภาวะอ้วน จำนวน 40 ราย (ดัชนีมวลกาย >30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) โดยเปรียบเทียบระหว่างการจำกัดพลังงานในอาหารแบบต่อเนื่อง 420-530 กิโลแคลอรีต่อวันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ติดกัน กับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเป็นมีเว้นระยะ โดยจำกัดพลังงานในอาหารทุกๆ 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักตัวทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในเพศชายและเพศหญิง (น้ำหนักตัวเฉลี่ย 107.7 ± 12.9 และ 108.8 ± 24.4 กิโลกรัมในเพศชาย ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานแบบต่อเนื่องและแบบมีเว้นระยะ ตามลำดับ และ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 94.9 ± 12.6 และ 99.0 ± 16.8 กิโลกรัมในเพศหญิง ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานแบบต่อเนื่องและเป็นมีเว้นระยะ ตามลำดับ)

การศึกษาโดย Arguin และคณะ (25) ในปีพ.ศ. 2543 ซึ่งทำการศึกษาในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนที่มีภาวะอ้วนร่วมด้วยจำนวน 25 ราย อายุเฉลี่ย 60.5 ± 6 ปี มวลไขมันเฉลี่ย $47.2 \pm 5.3\%$ โดยการศึกษาที่มีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ ทุก 5 สัปดาห์ สลับกับการรับประทานอาหารตามปกติทุก 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารนานต่อเนื่อง 15 สัปดาห์และติดตามเป็นระยะเวลา 1 ปี ผลการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ดีขึ้น เฉพาะในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ โดยระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารลดลง 0.03 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนระดับคอเลสเตอรอลรวมและไตรกลีเซอไรด์ น้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ของไขมันในเลือด มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้งสองกลุ่ม

ในปี พ.ศ. 2548 Heilbronn และคณะ (38) ทำการศึกษาโดยการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ ในคนไข้สุขภาพแข็งแรงดี ที่มีดัชนีมวลกาย $20-30$ กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 16 ราย ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบวันเว้นวัน โดยการงดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมงสลับกับการรับประทานอาหารพลังงานปกติ เป็นเวลา 22 วัน ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัย มีการลดลงของน้ำหนักตัวเฉลี่ย $2.5 \pm 0.5\%$ ซึ่งแตกต่างจากน้ำหนักตัวเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี resting metabolic rate, respiratory rate และ respiratory quotient ที่ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการศึกษา ระดับน้ำตาลในเลือดและระดับ ghrelin มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของระดับ insulin หลังอดอาหาร ($57 \pm 4\%$)

การศึกษาโดย Varady และคณะ (39) ในปี พ.ศ. 2552 เฉพาะในคนไข้จำนวน 16 ราย ที่ทำการศึกษาแบบสั้นๆ คือ รับประทานอาหารพลังงานต่ำมาก คิดเป็นพลังงาน 25% ของพลังงานพื้นฐาน วัน

เว้นวันเป็นระยะเวลานาน 10 สัปดาห์ ในการศึกษาได้แบ่งช่วงของการวิจัย ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 2 สัปดาห์แรก เป็นช่วงควบคุมระดับการลดลงของน้ำหนักตัว ช่วง 4 สัปดาห์ต่อมา เป็นช่วงที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบวันเว้นวันและ 4 สัปดาห์หลังสุด เป็นช่วงที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถกำหนดอาหารได้เอง ผลการศึกษาพบว่า มีการลดลงของน้ำหนักตัว เส้นรอบเอว ระดับของคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหนักตัวลดลงโดยเฉลี่ย 5.6 กิโลกรัม เส้นรอบเอวลดลง 4 เซนติเมตร LDL cholesterol ลดลง 25% และไตรกลีเซอไรด์ลดลง 32%

การศึกษาโดย Klempel และคณะ (40) ในปีพ.ศ. 2553 ซึ่งทำการศึกษาในคนไข้ที่มีภาวะอ้วน ดัชนีมวลกายระหว่าง 30.0-39.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 16 ราย ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารเป็นเวลา 10 สัปดาห์ และแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ผลการศึกษาพบการลดลงของน้ำหนักตัว และไม่พบว่ามีอาการรับประทานอาหารมากกว่าปกติ ในวันที่ไม่มีการจำกัดพลังงานในอาหาร ผู้เข้าร่วมวิจัยยังคงสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ

การศึกษาโดย Harvie และคณะ (41) ในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งทำการศึกษาในผู้ที่มีภาวะอ้วน ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 30.6 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 107 ราย เป็นเวลา 6 เดือน โดยแบ่งคนไข้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำมาก 539 กิโลแคลอรีต่อวันเป็นเวลา 2 วันต่อสัปดาห์ (IER, Intermittent energy restriction) และกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำ 1,494 กิโลแคลอรีต่อวันเป็นเวลา 7 วันต่อสัปดาห์ (CER, Continuous energy restriction) พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของน้ำหนักตัวเท่าๆกัน โดยน้ำหนักตัวเฉลี่ยลดลง 6.4 และ 5.6 กิโลกรัม ในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำมาก 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่ได้รับพลังงานต่ำ 7 วันต่อสัปดาห์ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบการลดลงของระดับอินซูลิน, LDL cholesterol, ไตรกลีเซอไรด์, high-sensitivity C-reactive protein และภาวะดื้อต่ออินซูลิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทั้ง 2 กลุ่มการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนการจำกัดพลังงานในอาหาร โดยระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เท่ากับ 4.7, 4.7 และ 4.8 มิลลิโมลต่อลิตรใน IER, CER และก่อนเริ่มการจำกัดพลังงานในอาหาร ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างระหว่างทั้งสองกลุ่ม การศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า การจำกัดพลังงานในอาหารต่ำมากแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ (650 กิโลแคลอรีต่อวัน) เป็นระยะเวลา 6 เดือน มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการจำกัดพลังงานในอาหารต่ำแบบต่อเนื่องทุกวัน (1,500 กิโลแคลอรีต่อวัน) เป็นเวลา 3 เดือน

โดยสรุป ผลการศึกษาการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะในคนไข้โรคเบาหวาน แต่ไม่มีโรคเบาหวาน พบว่าได้ผลดีในการลดน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากการจำกัดพลังงานอาหารอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นแบบวันเว้นวัน สัปดาห์ละ 2 วัน ทุก 2 สัปดาห์ หรือทุก 5 สัปดาห์

สำหรับ การศึกษาการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ ในคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 และมีภาวะอ้วนร่วมด้วยได้แก่

Kelley และคณะ (42) ในปี พ.ศ. 2536 ทำการศึกษาคนไข้เบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วน จำนวน 7 ราย แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ช่วง ช่วงละ 7 วัน ได้แก่ ช่วงแรกรับประทานอาหารที่พลังงานปกติ (caloric balance) ช่วงที่สองเป็นการจำกัดพลังงานในอาหาร 800 กิโลแคลอรีต่อวัน หลังจากนั้น เข้าสู่ช่วงที่ 3 และ 4 คือได้รับอาหารพลังงานปกติและอาหารจำกัดพลังงาน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร เท่ากับ 223 ± 15 , 171 ± 17 , 125 ± 12 , 109 ± 9 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรในช่วงที่ 1-4 ตามลำดับและมีน้ำตาลเฉลี่ยสะสม ลดลงจาก $8.8 \pm 0.5\%$ เป็น $6.3 \pm 0.5\%$ เมื่อสิ้นสุดการศึกษา นอกจากนี้ ยังพบการลดลงของการสร้างน้ำตาลจากตับ

(hepatic glucose production) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการเพิ่มขึ้นของการหลั่งของอินซูลิน (insulin secretion) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาโดย Wing และคณะ (43) ในปีพ.ศ. 2537 ในผู้เข้าร่วมวิจัย 93 ราย ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ระยะเวลาการศึกษา 48 สัปดาห์ และติดตามต่อเนื่องหลังจากนั้น 2 ปี โดยจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ โดยมีการจำกัดพลังงาน 400-500 กิโลแคลอรีต่อวัน เป็นเวลา 12 วัน สลับกับการได้รับพลังงานในอาหาร 1,200-1,400 กิโลแคลอรีต่อวัน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้อาหารพลังงานต่ำ 1,000-1,200 กิโลแคลอรีต่อวันต่อเนื่องเพียงอย่างเดียวตลอดการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยที่อยู่ในกลุ่มอาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะ มีการลดลงของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการศึกษา โดยมีน้ำหนักตัวลดลง 14.2 กิโลกรัมและ 10.5 กิโลกรัมในกลุ่มที่มีการจำกัดพลังงานในอาหารเป็นมีเว้นระยะ และในกลุ่มอาหารพลังงานต่ำเพียงอย่างเดียว ตามลำดับ ($p < 0.05$) และสามารถหยุดยารักษาเบาหวานได้เป็นระยะเวลานานกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อติดตามเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า ระดับน้ำตาลสะสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม และพบการเพิ่มขึ้นของ HDL cholesterol การลดลงของไตรกลีเซอไรด์ และการลดลงของความดันโลหิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

การศึกษาในปีพ.ศ. 2541 โดย Williams และคณะ (44) ในคนไข้เบาหวานจำนวน 54 ราย ที่มีน้ำหนักตัว มากกว่าหรือเท่ากับ 20% ของน้ำหนักตัวมาตรฐาน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการรักษาแบบมาตรฐาน (ได้รับพลังงาน 1,500-1,800 กิโลแคลอรีต่อวัน) และกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำมาก โดยในกลุ่มหลังนี้แบ่งออกเป็นอีก 2 กลุ่ม หลังจากได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 5 วัน ติดต่อกัน ในช่วง 2 สัปดาห์แรก คือ กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำมาก 1 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 15 สัปดาห์ (1-day) และกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำมาก 5 วันติดต่อกัน ทุกๆ 5 สัปดาห์ (5-day) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารทั้ง 2 กลุ่ม มีการลดลงของน้ำหนักตัวที่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาแบบมาตรฐาน กล่าวคือน้ำหนักตัวลดลง 9.6 ± 5.7 กิโลกรัมและ 10.4 ± 5.4 กิโลกรัม ในกลุ่มที่จำกัดพลังงานในอาหาร 1 วันต่อสัปดาห์ และ 5 วันต่อสัปดาห์ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มที่ได้รับการรักษาแบบมาตรฐาน พบการลดลงของน้ำหนักตัว 5.4 ± 5.9 กิโลกรัม ที่ 3 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารลดลง 2.2 ± 2.3 และ 2.3 ± 1.5 มิลลิโมลต่อลิตรในกลุ่ม 1 วัน และ 5 วัน ตามลำดับ และมีการลดลง 0.8 ± 0.9 มิลลิโมลต่อลิตรในกลุ่มการรักษามาตรฐาน และเมื่อประเมินที่ 20 สัปดาห์ หลังสิ้นสุดการศึกษา พบว่าระดับน้ำตาลหลังอดอาหารโดยเฉลี่ยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมลดลง $0.71 \pm 1.6\%$ และ $0.97 \pm 1.9\%$ ในกลุ่ม 1 วันและ 5 วันตามลำดับ และมีการเพิ่มขึ้น $1.03 \pm 1.03\%$ ในกลุ่มการรักษามาตรฐาน ตามลำดับ พบแนวโน้มการลดลงของระดับไขมัน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาโดย Kroeger และคณะ (45) ในปีพ.ศ. 2555 ในประชากรที่มีภาวะอ้วนจำนวน 60 ราย แบ่งการศึกษาเป็น 2 ช่วง คือ 2 สัปดาห์ของการรับประทานอาหารปกติ และ 8 สัปดาห์ของการลดน้ำหนัก ในช่วง 8 สัปดาห์ของการลดน้ำหนัก ผู้เข้าร่วมได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 880-1,080 กิโลแคลอรีต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 6 วันต่อสัปดาห์ และนำผลไม้ที่ให้พลังงาน 120 กิโลแคลอรี เป็นเวลา 1 วันต่อสัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า มีการลดลงของระดับ total cholesterol, LDL cholesterol, triglyceride รวมทั้งระดับของ leptin, interleukin-6 และ TNF-alpha อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยสรุป การจำกัดพลังงาน โดยการรับประทานอาหารที่มีพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะในคนไข้ อ้วนที่มีโรคเบาหวาน มีวิธีการที่ค่อนข้างหลากหลาย แตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา เช่น สลับกันวันเว้นวัน

ทุก 7 วัน ทุก 12 วัน หรือ 1 วันทุกสัปดาห์ หรือ 5 วันทุก 5 สัปดาห์ การศึกษาส่วนใหญ่พบว่า การให้อาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะ สามารถลดน้ำหนักและลดระดับน้ำตาลในเลือดลงได้ และอาจได้ผลดีในระยะยาวมากกว่า

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าองค์ความรู้เกี่ยวกับการให้อาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะในคนไข้ที่มีโรคเบาหวานด้วย ยังไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าวิธีการเว้นระยะแบบใด ที่น่าจะสะดวกกับคนไข้ และได้ผลดีในทางคลินิกในระยะยาว อีกทั้งไม่มีข้อมูลด้านคุณภาพชีวิตในการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมด

จากความรู้ความเข้าใจที่ได้จากโครงการวิจัยการให้อาหารพลังงานต่ำอย่างต่อเนื่องในคนไข้ที่มีโรคเบาหวานที่เสร็จสิ้นไปแล้ว (19) ทำให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลและน้ำหนักตัวเกิดขึ้นเร็วในช่วง 2 สัปดาห์แรก ในการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นการศึกษาต่อยอดจากการศึกษาเดิม โดยมีช่วงของการให้อาหารพลังงานต่ำ 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อหวังผลในการลดระดับน้ำตาลและน้ำหนักตัวในช่วงแรก หลังจากนั้น ได้ออกแบบการให้อาหารพลังงานต่ำต่อแบบมีเว้นระยะ โดยให้เพียง 2 วันต่อสัปดาห์ หรือ 4 วันต่อสัปดาห์ เพื่อความสะดวกสำหรับคนไข้ นอกจากจะศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงทางระดับน้ำตาล น้ำหนักตัว และปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคหลอดเลือดและหัวใจแล้ว ยังมีการประเมินคุณภาพชีวิตก่อนและหลังการศึกษา รวมทั้งผู้วิจัยวางแผนติดตามผลในระยะยาว หลังจากคนไข้จบการศึกษาแล้วด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเก็บข้อมูลและจำนวนตัวอย่าง

เป็นการวิจัยแบบ Randomized controlled trial

ขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูลและตัวอย่างจากผู้ถูกวิจัย

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทั่วไปและข้อมูลทางคลินิก รวมทั้งการรักษาพยาบาลในอดีต และข้อมูลเกี่ยวกับอาหารในด้านของพลังงานในอาหาร มีการซักประวัติและตรวจร่างกาย

มีการตรวจเลือดทางชีวเคมีประเมินสมดุลของระดับน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมและความปลอดภัยอื่น รวมทั้งประเมินคุณภาพชีวิต ที่สัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และเมื่อสิ้นสุดการศึกษาที่ 20 สัปดาห์ของคนไข้และกลุ่มควบคุม

มีตรวจ Body composition ที่สัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และเมื่อสิ้นสุดการศึกษาที่ 20 สัปดาห์ของคนไข้และกลุ่มควบคุม

มีการประเมิน การสงบของเบาหวาน โดยการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และการตรวจการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล ที่เวลา 2 ชั่วโมง ภายหลังการรับประทานน้ำตาล 75 กรัม (75 g oral glucose tolerance test, OGTT) ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และ 20 ในผู้เข้าร่วมการศึกษาที่สามารถหยุดการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

กลุ่มตัวอย่างมาจากผู้ป่วยนอกที่คลินิกเบาหวานและต่อมไร้ท่อ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ผู้ป่วยจะได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการวิจัยถ้าเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าการวิจัย ได้แก่

1. ผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA_{1c}) อยู่ระหว่าง 6.5-10%
2. อายุระหว่าง 30-60 ปี
3. ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นเวลาน้อยกว่า 10 ปี
4. ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) มากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
5. สามารถเข้าร่วมการศึกษาได้ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

เกณฑ์การคัดออกจากการวิจัย ได้แก่

1. ได้รับยาอินซูลินในการรักษา
2. ได้รับยา Thiazolidinedione (TZD) ในช่วง 3 เดือนก่อนเข้าร่วมการศึกษา
3. ได้รับยา Glucagon-like peptide 1 receptor agonist (GLP-1 agonist) ในช่วง 3 เดือนก่อนเข้าร่วมการศึกษา
4. ได้รับยาสเตียรอยด์ ในการรักษาภาวะต่างๆ
5. มีระดับครีเอตินินในเลือด (serum creatinine) มากกว่า 1.50 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
6. มีระดับการทำงานของตับ serum alanine aminotransferase (ALT) มากกว่า 2.5 เท่าของค่าปกติ (upper limit of reference range)
7. ตั้งครรภ์ มีแผนในการตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร หรือมีปัจจัยหรือเงื่อนไขใดๆ ที่ผู้วิจัยเห็นว่า จะมีผลต่อการประเมินผล

จำนวน หรือขนาดตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

ผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และมีภาวะอ้วนร่วมด้วยจำนวน 28 ราย และกลุ่มควบคุม จำนวน 14 ราย
การคำนวณขนาดตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

$$n/\text{Group} = \frac{2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{(X_1 - X_2)^2}$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ $Z_{\alpha/2} = Z_{0.05/2} = 1.96$ (two tailed)

$\beta = 0.10$ $Z_{\beta} = Z_{0.10} = 1.28$

$X_1 = 2.2$ (จากการศึกษาของ Williams และคณะ (44))

$X_2 = 0.8$ (จากการศึกษาของ Williams และคณะ (44))

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2}{n_1+n_2-2} && ; n_1=n_2 \\ &= \frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2} \end{aligned}$$

$SD_1 = 2.3$, $SD_2 = 0.9$ (จากการศึกษาของ Williams และคณะ (44))

$N / \text{group} = 16$ ราย ต่อกลุ่ม

เมื่อคำนวณ drop out rate 10% จะได้จำนวนผู้ป่วยที่เข้าร่วมในการศึกษาทั้งหมด 18 ราย/กลุ่ม

กำหนด case:control เท่ากับ 2:1

ให้ n_c เป็นจำนวน case เมื่อใช้ case : control เป็น 1:1

C เป็นจำนวน case per control = 3

n เป็นจำนวน case ที่ต้องการเมื่อ case: control เป็น 1:c

cn เป็นจำนวน control ที่ต้องการเมื่อ case : control เป็น 1:c

$$n = \left(\frac{c+1}{2c} \right)$$

n (จำนวน case) = 28

cn (จำนวน control) = 14

ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัยโดยย่อ

1. ประกาศรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมการศึกษา มีการประเมินผู้สนใจเข้าร่วมการศึกษา โดยพิจารณาจากเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก มีการเก็บข้อมูลด้านอาหารโดยการกรอกแบบประเมิน และการสัมภาษณ์ โดยคณะผู้วิจัยจากฝ่ายโภชนาการมีการเก็บข้อมูลทางการแพทย์ จากเวชระเบียนและการสัมภาษณ์ มีการตรวจเลือดประเมินสมมูลน้ำตาลของร่างกาย ระดับไขมัน การทำงานของตับและไต และการตรวจทางชีวเคมี เพื่อความปลอดภัยอื่นๆ รวมทั้งมีการประเมิน body composition และคุณภาพชีวิตเป็นพื้นฐานก่อนการวิจัย

ในการศึกษานี้ แบ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ Stratified และ Block Randomized Technique คือ กลุ่มทดลอง (intermittent very low calorie diet [VLCD] 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์) และกลุ่มควบคุม (control) โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาในกลุ่มควบคุม จะได้รับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคเบาหวานและอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

2. ช่วงก่อนเริ่มการศึกษาจริง จะมีช่วงทดลอง โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาในกลุ่มทดลองจะได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร คือทดลองรับประทานอาหารที่มีพลังงานต่ำเป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ (200 กิโลแคลอรีต่อมื้อ) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 2) และติดตามระดับน้ำตาลในกระแสเลือดด้วยตนเองทุกวันอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง เพื่อประเมินการปฏิบัติตาม (compliance) ของผู้สนใจเข้าร่วมการศึกษา และในช่วงการศึกษานี้ ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะได้รับการปรับเปลี่ยนยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดและได้รับคำปรึกษาโดยอยู่ในความดูแลของแพทย์เฉพาะทางด้านต่อมไร้ท่อและเมตาบอลิซึม

3. ผู้เข้าร่วมการศึกษาที่ผ่านช่วงทดลอง จะได้รับการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารต่อแบบมีเว้นระยะ โดยรับประทานอาหารที่มีพลังงาน 600 กิโลแคลอรีต่อวันเป็นเวลา 2 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 20 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 2-20) และกลุ่มที่ 2 ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารต่อแบบมีเว้นระยะ โดยรับประทานอาหารที่มีพลังงาน 600 กิโลแคลอรีต่อวันเป็นเวลา 4 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 20 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 2-20) โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาสามารถดื่มเครื่องดื่มที่ไม่มีพลังงานในช่วงของการจำกัดพลังงานในอาหารได้ นอกจากนี้ผู้เข้าร่วมการศึกษาสามารถมีการเคลื่อนไหวออกแรง (physical activity) และการดำเนินชีวิตประจำวันอื่นๆ ตามปกติ

4. ผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง จะได้รับข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน การสนับสนุน คำปรึกษาและกำลังใจจากผู้ดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่อง และได้รับการประเมินการปฏิบัติตามการวิจัย โดยการติดต่อเป็นระยะและการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตัวเอง (SMBG) มีการ

พบแพทย์ พยาบาลและนักโภชนาการทุก 1-2 สัปดาห์ระหว่างช่วงการวิจัย และสามารถติดต่อแพทย์ผู้วิจัย ตลอด 24 ชั่วโมง หากมีปัญหาฉุกเฉินทางการแพทย์

5. ผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง จะได้รับการตรวจเลือดทางชีวเคมีประเมิน สมดุลของระดับน้ำตาล ระดับไขมัน ความปลอดภัยอื่นๆ และตรวจ Body composition ที่สัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และเมื่อสิ้นสุดการศึกษาที่ 20 สัปดาห์

6. มีการประเมินการสงบ (Remission) ของเบาหวาน โดยการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังอด อาหาร และการตรวจการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล ที่เวลา 2 ชั่วโมง ภายหลังการรับประทานน้ำตาล 75 กรัม (75 g OGTT) ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และ 20 ในผู้เข้าร่วมการศึกษาที่สามารถหยุดการใช้ยาเม็ดลด ระดับน้ำตาลในเลือดได้

7. มีการประเมินคุณภาพชีวิตก่อนและหลังการศึกษาโดยใช้แบบประเมินคุณภาพชีวิต SF-36 ฉบับ ภาษาไทย

การวิเคราะห์ผล

การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์แบบ Intention to treat analysis ในกรณีที่มีข้อมูลบางส่วนขาดหาย ระหว่างการวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ เพศ โรคที่พบร่วมด้วย (ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง) การ รักษา นำเสนอเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมด วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ อายุ ระยะเวลาการเป็น เบาหวาน น้ำหนักตัว ระดับน้ำตาลในเลือด ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของ ร่างกาย หากการกระจายแบบ normal distribution นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลที่ไม่มีการกระจายแบบ normal distribution นำเสนอเป็นค่ามัธยฐาน และค่า interquartile range

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมของการจำกัดพลังงานในอาหาร รวมทั้งคุณภาพชีวิต ก่อนและหลังโภชนาบำบัดด้วยการจำกัดพลังงานในอาหารในแต่ละสัปดาห์โดยวิธี Repeated Measure ANOVA และคำนวณ posthoc analysis โดยวิธี Bonferroni

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึม ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร และ กลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Sample t-test)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ *P-value* เป็นแบบสองด้าน (two-sided) และพิจารณาระดับนัยสำคัญเมื่อ น้อยกว่า 0.05 การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดทำโดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)

ผลการวิจัย

ในการศึกษานี้มีผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งสิ้น 40 ราย ผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมดเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วนร่วมด้วย เป็นเพศหญิง 29 คน คิดเป็น 72.5% และเพศชาย 11 คน คิดเป็น 27.5% มีอายุเฉลี่ย 40.6 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 78.1 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 36.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เส้นรอบเอวเฉลี่ย 93.1 เซนติเมตร

ผู้ป่วยส่วนใหญ่ มีการควบคุมของเบาโรคหวานพอใช้ได้ มีค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA_{1c}) เท่ากับ $7.4 \pm 1.1\%$ และมีค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลหลังอดอาหารเท่ากับ 153.4 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

การควบคุมระดับน้ำตาลโดยส่วนใหญ่ใช้ยาในกลุ่ม metformin รองลงมา คือ กลุ่ม sulfonylurea ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของประชากรในการศึกษาโดยละเอียด แสดงในตารางที่ 1

ผลการควบคุมโรคเบาหวาน

ระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร (FPG)

ก่อนเริ่มการศึกษา ระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร (FPG) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการจำกัดพลังงานในอาหารเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีการลดลงของระดับน้ำตาลมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร (FPG) มีค่าเท่ากับ 113 ± 7 , 124 ± 7 และ 140 ± 8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์, 2 วันต่อสัปดาห์ และ กลุ่มควบคุม ตามลำดับ

ที่ 10 สัปดาห์หลังการศึกษา พบว่า กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีการลดลงของระดับน้ำตาลมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 108 ± 9 , 134 ± 9 และ 140 ± 9 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์, 2 วันต่อสัปดาห์ และ กลุ่มควบคุม ตามลำดับ (p-value 0.013 และ 0.035)

ที่ 20 สัปดาห์ หลังการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 120 ± 10 , 131 ± 10 และ 137 ± 11 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์, 2 วันต่อสัปดาห์ และ กลุ่มควบคุม ตามลำดับ (p-value 0.244 และ 0.439)

เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการศึกษา พบว่า กลุ่มควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของระดับน้ำตาลหลังอดอาหารอย่างต่อเนื่อง และไม่มียาสำคัญทางสถิติ (p-value 0.008, 0.075 และ 0.051)

กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของระดับน้ำตาลหลังอดอาหารอย่างต่อเนื่อง และมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการศึกษา โดยมีค่าลดลงเท่ากับ 46 ± 11 , 52 ± 12 และ 40 ± 13 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (p-value < 0.001 , < 0.001 และ 0.003) ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

เมื่อสิ้นสุดการศึกษา พบว่า มีจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร <126 มิลลิกรัม ต่อเดซิลิตร จำนวน 6, 7 และ 10 ราย คิดเป็น 50, 50 และ 71% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมง หลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัม กลูโคส

ก่อนเริ่มการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ 2 และ 10 สัปดาห์ หลังการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ มีการลดลงของ ค่าระดับน้ำตาลในเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนการศึกษา

ที่ 20 สัปดาห์ หลังการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ พบการลดลงของ ค่าระดับน้ำตาลในเลือดในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value 0.012) แต่เมื่อเปรียบเทียบการลดลงของระดับน้ำตาลระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 ต่อสัปดาห์และ 4 วันต่อสัปดาห์ พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value 0.492)

โดยกลุ่มควบคุมมีค่าระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมง หลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัม กลูโคส เท่ากับ 302 ± 22 , 291 ± 25 , 266 ± 23 และ 317 ± 23 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ของการศึกษา ตามลำดับ (p-value 0.832, 0.541 และ 0.650)

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 276 ± 20 , 266 ± 23 , 256 ± 21 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ (p-value 0.027, 0.033 และ 0.007)

กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 279 ± 20 , 225 ± 23 และ 236 ± 21 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ของการศึกษา ตามลำดับ (p-value < 0.001, <0.001 และ <0.001) ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA_{1c})

ในช่วงก่อนการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภายหลังการศึกษาทั้ง 10 และ 20 สัปดาห์ พบว่า ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบภายในแต่ละกลุ่มพบว่า กลุ่มควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ส่วนกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ พบว่า ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร โดย มีค่าเท่ากับ 6.7 ± 0.2 และ $6.8 \pm 0.2\%$ (p-value 0.010 และ 0.042)

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 6.4 ± 0.2 และ $6.4 \pm 0.3\%$ ที่ 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร (p-value <0.001 และ <0.001) ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8

การหยุดยาเบาหวาน

ที่ 2 สัปดาห์ หลังการศึกษา พบว่า ผู้เข้าร่วมการศึกษามีความสามารถหยุดยาได้ จำนวน 6, 10 และ 13 ราย คิดเป็น 50.0 , 71.4 และ 92.9% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

ที่ 10 สัปดาห์ หลังการศึกษา พบว่า ผู้เข้าร่วมการศึกษามีความสามารถหยุดยาได้เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวน 7, 10 และ 14 ราย คิดเป็น 58.3, 71.4 และ 100% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

ที่ 20 สัปดาห์ หลังการศึกษา พบว่า ผู้เข้าร่วมการศึกษามีความสามารถหยุดยาได้ จำนวน 7, 9 และ 12 คน คิดเป็น 58.3 , 64.3 และ 85.7% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

การสงบของเบาหวาน

ที่ 2 สัปดาห์ หลังการศึกษา พบการสงบของเบาหวาน จำนวน 1, 3 และ 2 คน คิดเป็น 8.3, 21.4 และ 14.3% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

ที่ 10 สัปดาห์ หลังการศึกษา พบการสงบของเบาหวานมากขึ้น โดยมี จำนวน 2, 3 และ 4 คน คิดเป็น 16.7 , 21.4 และ 28.6 % ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

ที่ 20 สัปดาห์ หลังการศึกษา พบการสงบของเบาหวานมากขึ้น โดยมี จำนวน 0, 4 และ 4 คน คิดเป็น 0 , 28.6 และ 28.6% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ผลการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิกอื่นๆ ของร่างกาย

ระดับไขมันคอเลสเตอรอล

ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งก่อนเริ่มการศึกษาและที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร ในทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 11 และ 12

ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์

พบการลดลงของอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการศึกษา ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ

โดยพบการลดลงเท่ากับ 65 ± 13 , 39 ± 17 และ 44 ± 15 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการศึกษาตามลำดับ (p-value <0.001, 0.029 และ 0.005) ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์

และพบการลดลง 28 ± 13 , 37 ± 17 และ 41 ± 15 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (p-value 0.040, 0.035 และ 0.007) ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ตามลำดับ ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์

แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 13 และ 14

ระดับไขมัน HDL-cholesterol

ก่อนเริ่มการศึกษา ระดับ HDL-cholesterol มีค่าเท่ากับ 50 ± 2 , 51 ± 2 และ 44 ± 2 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร 2 สัปดาห์ พบการลดลงของ HDL-cholesterol ในทุกกลุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 47 ± 2 , 45 ± 2 และ 41 ± 2 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (p-value 0.043, <0.001 และ 0.034) ในกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ

หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร 10 และ 20 สัปดาห์ ระดับของไขมัน HDL-cholesterol เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการศึกษาในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 15 และ 16

ระดับไขมัน LDL-cholesterol

ก่อนเริ่มการศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการจำกัดพลังงานในอาหารที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมการศึกษารวมทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบมีการเปลี่ยนแปลงของระดับของไขมันแอลดีแอล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 17 และ 18

การทำงานของตับ AST

ก่อนเริ่มการศึกษา กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีค่าการทำงานของตับ AST สูงกว่าอีก 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 31 ± 3 , 20 ± 3 และ 22 ± 3 ยูนิตต่อลิตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์, 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มควบคุม (p-value 0.006 และ 0.030) ตามลำดับ

ระดับ AST มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ โดยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 10 และ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 22 ± 3 และ 22 ± 3 ยูนิตต่อลิตร (p-value 0.012 และ 0.005) ที่ 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์และในกลุ่มควบคุม พบว่าระดับ AST มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย และไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 กลุ่มที่เวลาต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 19 และ 20

การทำงานของตับ ALT

ในช่วงก่อนเริ่มการศึกษา กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 33 ± 4 , 20 ± 4 และ 25 ± 4 ยูนิตต่อลิตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์, 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มควบคุม (p-value 0.013 และ 0.124) ตามลำดับ

หลังการจำกัดพลังงานในอาหารที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์และกลุ่มควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงของค่า ALT เล็กน้อยและไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีการลดลงของ ALT

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 10 และ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 24 ± 2 และ 25 ± 2 ยูนิต์ต่อลิตร (p-value 0.004 และ 0.022) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 21 และ 22

ค่า ALP

ระดับ ALP ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ที่เวลา 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ ดังแสดงในตารางที่ 23 และ 24

ค่าอัลบูมิน (Alb)

ระดับอัลบูมิน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ที่เวลา 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ ดังแสดงในตารางที่ 25 และ 26

ค่าการทำงานของไต

ระดับ creatinine ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 27 และ 28

ความดันโลหิต SBP

พบการลดลงของในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์โดยก่อนเริ่มการศึกษา ระดับของ SBP ค่าแตกต่างกันเล็กน้อยในผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการจำกัดพลังงานในอาหารที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงของค่า SBP เล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของความดันโลหิต SBP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 141 ± 5 , 127 ± 4 , 127 ± 5 และ 131 ± 4 มิลลิเมตรปรอท ที่ก่อนเริ่มการศึกษา และหลังการศึกษาที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ตามลำดับ (p-value 0.003, 0.008 และ 0.042) ดังแสดงในตารางที่ 29 และ 30

ความดันโลหิต DBP

มีค่าลดลงตลอดการศึกษา โดยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 2 และ 10 สัปดาห์ของการศึกษา ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 86 ± 4 , 76 ± 2 , 75 ± 3 และ 81 ± 3 มิลลิเมตรปรอท ที่ก่อนเริ่มการศึกษาและหลังการศึกษาที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ตามลำดับ (p-value 0.008, 0.021 และ 0.377) ดังแสดงในตารางที่ 31 และ 32

ผลการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกายและองค์ประกอบของร่างกาย

น้ำหนักตัว

ก่อนเริ่มการศึกษา ในกลุ่มที่ได้ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีค่าที่สูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์และกลุ่มควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 82.9 ± 5.5 , 77.2 ± 5.5 และ 73.6 ± 6.0 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภายหลังการจำกัดพลังงานในอาหาร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ มีการลดลงของน้ำหนักตัวที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าลดลงเท่ากับ 2.9 ± 0.8 , 5.5 ± 1.0 และ 5.5 ± 1.3 กิโลกรัม (p-value <0.001, <0.001 และ <0.001) ตามลำดับ ซึ่งเป็นการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ พบการลดลงของน้ำหนักตัวที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยพบการลดลงของน้ำหนักตัวเท่ากับ $3.4 \pm$

0.5, 6.8 ± 1.0 และ 8.6 ± 1.3 กิโลกรัมที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ (p-value <0.001, <0.001 และ <0.001) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการลดลงของน้ำหนักตัว ในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า การลดลงของน้ำหนักตัวที่ 10 และ 20 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 33 และ 34

ค่าดัชนีมวลกาย

ก่อนเริ่มการศึกษา และหลังการศึกษาที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ของผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่ม พบว่ามีการลดลงของดัชนีมวลกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการศึกษา ในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม โดยมีค่าเท่ากับ 29.1 ± 1.7 , 28.1 ± 1.6 , 27.2 ± 1.6 และ 27.1 ± 1.6 กิโลกรัมต่อตารางเมตรในกลุ่มควบคุม ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ (p-value 0.652, <0.001 และ <0.001) ตามลำดับ

ดัชนีมวลกายมีค่าเท่ากับ 29.9 ± 1.6 , 28.7 ± 1.5 , 27.7 ± 1.5 และ 27.8 ± 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ (p-value 0.591, <0.001 และ 0.001) ตามลำดับ และมีค่าเท่ากับ 31.0 ± 1.6 , 29.2 ± 1.5 , 28.0 ± 1.5 และ 27.4 ± 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ (p-value <0.001, <0.001 และ <0.001) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 35 และ 36

เส้นรอบเอว (waist circumference)

พบการลดลงของเส้นรอบเอว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม โดยเริ่มลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และมีค่าลดลงตลอดการศึกษา โดยมีค่าเท่ากับ 93.3 ± 3.9 , 92.2 ± 3.8 , 87.7 ± 4.0 และ 85.7 ± 4.0 เซนติเมตร (p-value 0.414, 0.002 และ <0.001) ในกลุ่มควบคุม ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ตามลำดับ

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 94.8 ± 3.6 , 90.4 ± 3.5 , 86.9 ± 3.7 และ 86.4 ± 3.7 เซนติเมตร (p-value 0.001, <0.001 และ <0.001) ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ และ ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 96.2 ± 3.8 , 93.1 ± 3.7 , 91.6 ± 3.8 และ 87.4 ± 3.8 เซนติเมตร (p-value 0.024, 0.007 และ <0.001) ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 37 และ 38

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%Fat)

ก่อนเริ่มการวิจัยและที่หลังการศึกษาที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่มพบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของกลุ่มควบคุม ที่ 2, 10, 20 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มการศึกษา มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 36.0 ± 2.2 , 35.0 ± 2.4 , 33.5 ± 2.5 และ $33.2 \pm 3.0\%$ ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ (p-value 0.049, 0.002 และ 0.195) ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 2 วันต่อสัปดาห์ พบว่ามีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 2 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร โดยมีค่าเท่ากับ 37.7 ± 2.0 , $36.7 \pm$

2.3, 35.3 ± 2.3 และ $34.4 \pm 2.8\%$ ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ตามลำดับ (p-value 0.022, 0.001 และ 0.105)

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 4 วันต่อสัปดาห์ พบว่ามีค่าลดลงต่อเนื่องตั้งแต่ 2 สัปดาห์เช่นกัน และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 10 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร และ เริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นที่ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 32.1 ± 2.0 , 31.5 ± 2.3 , 28.7 ± 2.3 และ $30.6 \pm 2.8\%$ ที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ตามลำดับ (p-value 0.138, <0.001 และ 0.445) ดังแสดงในตารางที่ 39 และ 40

มวลไขมันในร่างกาย (fat mass)

ก่อนเริ่มการวิจัย ระดับของมวลไขมันในร่างกายของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการศึกษาพบการลดลงของมวลไขมันในร่างกาย ตั้งแต่ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ ในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในกลุ่มควบคุม มีการลดลง 1.6 ± 0.3 , 3.4 ± 0.9 และ 3.8 ± 1.0 กิโลกรัม (p-value <0.001, <0.001 และ 0.001)

กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ มีค่าลดลง 2.2 ± 0.3 , 4.0 ± 0.8 และ 4.5 ± 1.0 กิโลกรัม (p-value <0.001, <0.001 และ <0.001) ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ และกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์มีค่าลดลง 1.5 ± 0.3 , 4.5 ± 1.8 และ 5.4 ± 1.0 กิโลกรัม (p-value <0.001, <0.001 และ <0.001) ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 41 และ 42

มวลไร้ไขมัน (Fat free mass)

ก่อนเริ่มการวิจัย และที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ หลังเริ่มการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 3 กลุ่มการศึกษา และเมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่มพบมีการลดลงของมวลไร้ไขมัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่ 2 สัปดาห์ ของการศึกษาและลดลงต่อเนื่องจนถึง 20 สัปดาห์ ในผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม โดยในกลุ่มควบคุม มีค่าลดลง 1.0 ± 0.4 , 1.5 ± 0.5 และ 1.1 ± 2.0 กิโลกรัมที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ (p-value 0.014, 0.007 และ 0.572)

กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร แบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ ค่าลดลงเท่ากับ 0.8 ± 0.3 , 1.5 ± 0.5 และ 1.0 ± 1.8 กิโลกรัมที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ (p-value 0.035, 0.005 และ 0.603) กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร แบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ค่าลดลงเท่ากับ 1.8 ± 0.3 , 2.3 ± 0.5 และ 5.2 ± 1.8 กิโลกรัม ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ (p-value <0.001, <0.001 และ 0.007) ดังแสดงในตารางที่ 43 และ 44

มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass)

ก่อนเริ่มการวิจัย ค่ามวลกล้ามเนื้อ ในผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการศึกษา พบการลดลงของค่ามวลกล้ามเนื้อ แต่ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มควบคุมพบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ามวลกล้ามเนื้อ ที่ 10 สัปดาห์ แต่ที่ 2 และ 20 สัปดาห์ มีค่าลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าลดลง 1.0 ± 0.5 , 1.5 ± 0.5 และ 0.7 ± 0.6 กิโลกรัม (p-value 0.061, 0.008 และ 0.156) ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ

กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร พบการลดลงของ ค่ากล้ามเนื้อ muscle mass อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร โดยมีค่าลดลง 1.1 ± 0.5 , 1.7 ± 0.5 และ 1.2 ± 0.5 กิโลกรัม (p-value 0.026, 0.001 และ 0.031) ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และมีค่าลดลง 1.7 ± 0.5 , 2.2 ± 0.5 และ 2.2 ± 0.5 กิโลกรัม (p-value 0.001, <0.001 และ <0.001) ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 45 และ 46

น้ำหนักของน้ำในร่างกาย (TBW)

ก่อนเริ่มการศึกษา ระดับของน้ำหนักของน้ำในร่างกาย ในผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการศึกษาที่ 20 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของน้ำในร่างกาย มากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.0 ± 2.8 และ 5.3 ± 2.3 กิโลกรัม (p-value 0.049 และ 0.032)

เมื่อเปรียบเทียบภายในแต่ละกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ เริ่มมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของน้ำในร่างกาย ตั้งแต่ 2 สัปดาห์ โดยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 2.4 ± 1.2 , 4.4 ± 1.3 และ 5.4 ± 1.4 กิโลกรัม (p-value 0.049, 0.002 และ <0.001) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 47 และ 48

ผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพชีวิต (SF-36)

ก่อนเริ่มการศึกษา ค่าคุณภาพชีวิต โดยแบบประเมิน SF-36 มีค่าต่ำสุดในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 2082 ± 151 คะแนน รองลงมา คือ กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร แบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเท่ากับ 2444 ± 150 คะแนน และกลุ่มควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 2563 ± 163 คะแนน (p-value 0.097 และ 0.036)

หลังการศึกษา พบการเพิ่มขึ้นของคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยทุกกลุ่ม โดยพบการเพิ่มขึ้นของคุณภาพชีวิตมากที่สุดและมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 439 ± 125 , 784 ± 146 และ 615 ± 158 คะแนน ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร (p-value 0.001, <0.001 และ <0.001) ตามลำดับ รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้น เท่ากับ 270 ± 125 , 341 ± 146 และ 313 ± 158 คะแนน ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ (p-value 0.037, 0.025 และ 0.055) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 49 และ 50

เมื่อพิจารณา SF -36 แยกแต่ละ มิติ ได้แก่ มิติ physical function มิติ role of limitation due to physical health และมิติ role of limitation due to pain ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ในองค์ประกอบ Physical health สูงกว่า พบว่า มิติ physical function พบการเพิ่มขึ้นของคะแนนในทุกกลุ่มการศึกษา โดยพบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 4 วันต่อสัปดาห์ ตั้งแต่ 10 ถึง 20 สัปดาห์หลังการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 51 และ 52 ส่วน มิติ Role of limitation due to physical health พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนในทุกกลุ่มการศึกษา แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 53 และ 54 และมิติ Role of limitation due to pain พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนในทุกกลุ่มการศึกษา และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 4 วันต่อสัปดาห์ ที่ 20 สัปดาห์ หลังการจำกัดพลังงานในอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 55 และ 56

ส่วนมิติ Role of limitation due to emotional health มิติ Role limitation due to emotional well being และมิติ Role limitation due to social functioning ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ในองค์ประกอบ Mental health สูงกว่า พบว่า มิติ Role of limitation due to emotional health มีการเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยทุกกลุ่ม และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 4 วันต่อสัปดาห์ดังแสดงในตารางที่ 57 และ 58 ส่วน มิติ Role limitation due to emotional well being มีการเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยทุกกลุ่ม และมีแนวโน้มที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 4 วันต่อสัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 59 และ 60 และมิติ Role of limitation due to social functioning พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนในทุกกลุ่มการศึกษา แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 61 และ 62

ส่วนมิติ Health Change มิติ Role limitation due to energy fatigue และมิติ General Health ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ในทั้งสององค์ประกอบ พบว่า มิติ Health Change มีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในผู้ป่วยทุกกลุ่ม ตลอดการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 63 และ 64 มิติ Role limitation due to energy fatigue มีการเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยทุกกลุ่ม แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 65 และ 66 และมิติ General Health พบการเพิ่มขึ้นของคะแนนในทุกกลุ่มการศึกษา โดยพบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 4 วันต่อสัปดาห์ ที่ 10 สัปดาห์หลังการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 67 และ 68

ภาวะดื้ออินซูลิน และการทำงานของเบต้าเซลล์

ภาวะดื้ออินซูลิน (HOMA-IR)

ก่อนเริ่มการศึกษา ค่า HOMA-IR ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หลังการศึกษา พบว่า ในกลุ่มควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า HOMA-IR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ มีค่า HOMA-IR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าลดลง 2.0 ± 1.0 , 1.7 ± 0.9 และ 1.8 ± 0.9 ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการศึกษา (p-value 0.037, 0.069 และ 0.041) ตามลำดับ

ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ มีค่า HOMA-IR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าลดลง 2.1 ± 1.0 , 2.0 ± 0.9 , 2.1 ± 0.9 ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการศึกษา (p-value 0.045, 0.040, และ 0.018) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 69 และ 70

ความไวต่ออินซูลิน (QUICKI)

ก่อนเริ่มการศึกษา และที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการศึกษา ค่า QUICKI มีค่าต่างกันเล็กน้อยระหว่าง 3 กลุ่ม และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มพบว่า ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกกลุ่มมีการเพิ่มขึ้นของ QUICKI ที่เวลาต่างๆ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีวันระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ ที่ 2 สัปดาห์หลังการศึกษา มีค่า QUICKI เพิ่มขึ้นมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.03 ± 0.01 (p-value 0.016) ดังแสดงในตารางที่ 71 และ 72

Matsuda Index (ความไวของอินซูลินจากการทดสอบด้วยความทนทานต่อกลูโคส)

พบว่าก่อนเริ่มการศึกษา และที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการศึกษา ระหว่าง 3 กลุ่ม ค่า Matsuda index ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่ม พบว่า Matsuda index ที่เวลาต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ พบมีการเพิ่มขึ้นของ Matsuda index อย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับค่าก่อนเริ่มการศึกษา โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 2.2 ± 1.0 , 3.1 ± 1.1 และ 1.7 ± 1.1 (p-value 0.046, 0.070 และ 0.115) ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 73 และ 74

Insulinogenic index (อัตราส่วนของปริมาณอินซูลินในเลือดต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด)

ก่อนเริ่มการศึกษา และที่ 0, 2, 10 และ 20 สัปดาห์หลังการศึกษา ค่า Insulinogenic index ระหว่าง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่ม พบว่า Insulinogenic index ที่เวลาต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ พบมีการเพิ่มขึ้นของค่า Insulinogenic index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.12 ± 0.05 , 0.14 ± 0.07 และ 0.12 ± 0.07 ที่ 2, 10 และ 20 สัปดาห์ตามลำดับ (p-value 0.022, 0.051 และ 0.108) ดังแสดงในตารางที่ 75 และ 76

Disposition index (ค่าการวัดปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างความไวของเบต้าเซลล์ (beta cell sensitivity) และ ความไวต่ออินซูลิน (insulin sensitivity))

ก่อนเริ่มการศึกษา ค่า disposition index ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังสิ้นสุดการศึกษา พบว่ากลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์มีการเพิ่มขึ้นของ disposition index มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value 0.032) เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มพบว่า กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์มีการเพิ่มขึ้นของ disposition index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 2 สัปดาห์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.4 ± 0.1 (p-value 0.002) และกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์มีการเพิ่มขึ้นของ disposition index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 20 สัปดาห์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.6 ± 0.2 (p-value 0.006) ดังแสดงในตารางที่ 77 และ 78

ผลการศึกษารวมทั้งหมด ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ แสดงไว้ในตารางที่ 79, 80 และ 81 ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการรับประทานอาหารพลังงานต่ำมาก (600 กิโลแคลอรีต่อวัน) แบบมีเว้นระยะ 2 และ 4 วันต่อสัปดาห์ ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและการสงบจากโรคเบาหวานในคนไข้วัยที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การรับประทานอาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะทั้ง 2 และ 4 วันต่อสัปดาห์ ทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลดีขึ้น ทั้งระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมงหลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัมกลูโคส และระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในต่างประเทศ พบว่า สอดคล้องไปกับการศึกษาก่อนหน้านี้ โดย Williams และคณะ (44) ในปี 2541

การศึกษานี้ พบการสงบของเบาหวาน จำนวน 8 คน คิดเป็น 20% ของผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด โดยพบการสงบของเบาหวานเฉพาะผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ และไม่พบการสงบของเบาหวานในกลุ่มควบคุม

ผู้เข้าร่วมการศึกษาสามารถหยุดยาได้ เท่ากับ 58.3 , 63.4 และ 85.7% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ ตามลำดับ โดยรวมทั้งการศึกษา ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถหยุดยาได้ทั้งหมด 28 คน คิดเป็น 70%

จากคำแนะนำของสมาคมเบาหวานสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association, ADA) ที่แนะนำให้ ผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่ ควบคุมให้มีระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA_{1c}) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7% เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนในระยะยาว พบว่า ที่ 10 สัปดาห์ หลังการศึกษา มีผู้ป่วยในกลุ่มควบคุมจำนวน 7 ราย คิดเป็น 58% ของผู้ป่วยในกลุ่มควบคุม และมีผู้ป่วยในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 2 และ 4 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 11 รายและ 11 ราย คิดเป็น 79% และ 79% ตามลำดับ ที่สามารถควบคุมระดับ HbA_{1c} ให้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7% ได้ และที่ 20 สัปดาห์ หลังการศึกษา มีผู้ป่วยในกลุ่มควบคุมจำนวน 7 ราย คิดเป็น 58% ของผู้ป่วยในกลุ่มควบคุม และมีผู้ป่วยในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 2 และ 4 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 10 รายและ 10 ราย คิดเป็น 71% และ 71% ตามลำดับ ที่สามารถควบคุมระดับ HbA_{1c} ให้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7% ได้

ในผู้ป่วยบางรายที่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมให้เข้มงวดมากขึ้น โดยไม่เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ทางสมาคมเบาหวานสหรัฐอเมริกา แนะนำให้ ควบคุมระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6.5% จากการศึกษาพบว่า ที่ 10 สัปดาห์ หลังการศึกษา มีผู้ป่วยในกลุ่มควบคุมจำนวน 3 ราย คิดเป็น 25% ของผู้ป่วยในกลุ่มควบคุม และมีผู้ป่วยในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 2 และ 4 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 6 รายและ 8 ราย คิดเป็น 43% และ 57% ตามลำดับ ที่สามารถควบคุมระดับ HbA_{1c} ให้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6.5% ได้ และที่ 20 สัปดาห์ หลังการศึกษา มีผู้ป่วยในกลุ่มควบคุมจำนวน 3 ราย คิดเป็น 25% ของผู้ป่วยในกลุ่มควบคุม และมีผู้ป่วยในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหาร 2 และ 4 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 5 รายและ 10 ราย คิดเป็น 36% และ 71% ตามลำดับที่สามารถควบคุมระดับ HbA_{1c} ให้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6.5% ได้

ในด้านกลไกการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือด รวมทั้งการสงบของเบาหวาน การศึกษานี้ พบว่า สัมพันธ์กับการลดลงของภาวะดื้อต่ออินซูลินและการเพิ่มขึ้นของการหลังอินซูลิน ดังแสดงจากพบการลดลงของภาวะดื้อต่ออินซูลิน (HOMA-IR) การเพิ่มขึ้นของความไวของอินซูลินจากการทดสอบด้วยความทนทานต่อกลูโคส (Matsuda index) และการเพิ่มขึ้นของการทำงานของเบต้าเซลล์เมื่อเทียบกับภาวะไวต่ออินซูลิน จากการประเมินโดยใช้ disposition index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์

ในด้านการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับไขมันในร่างกาย คล้ายคลึงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ โดย Wing และคณะ (43) ในปีพ.ศ. 2537 คือ พบการลดลงของระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในด้านการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิกอื่นๆ พบว่า มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาก่อนหน้าโดย Wing และคณะ (43) กล่าวคือ พบ

การลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ปริมาณมวลไขมันและมวลไร้ไขมัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง 20 สัปดาห์ของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ

นอกจากนี้การศึกษานี้ยังมีการประเมินในด้านคุณภาพชีวิต พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของคุณภาพชีวิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในผู้ป่วยทุกกลุ่ม

จุดเด่นของการศึกษานี้ มีการวางแผนการศึกษาที่รัดกุม มีการติดตามผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด และมีการประเมินวัดผลการศึกษาทั้งในด้านการแพทย์และคุณภาพชีวิต การศึกษานี้ทำแบบผู้ป่วยนอก (Outpatient) ซึ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาสามารถใช้ชีวิตประจำวันปกติ แต่มีการติดตามอย่างใกล้ชิด

ประโยชน์ของการนำไปใช้ได้แก่

1. การนำวิธีการรักษาด้วยการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ ไปประยุกต์ใช้ในการดูแลรักษาผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นอกเหนือจากการรักษาด้วยยาและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยเฉพาะผู้ป่วยที่น้ำหนักตัวมาก หรือมีภาวะอ้วนร่วมด้วย เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไข้โรคเบาหวานและเพื่อลดการสูญเสียของทรัพยากรที่ใช้เป็นค่ายารักษาโรคเบาหวาน
2. การนำผลและความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ ไปขยายผลการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานที่มีการใช้อินซูลิน ในการรักษาร่วมด้วย

ข้อจำกัดของการศึกษา ได้แก่

1. การวัดความไวต่ออินซูลินและการทำงานของเบต้าเซลล์ จากการศึกษานี้ได้จากการทดสอบความทนทานต่อกลูโคส ไม่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีที่เป็น gold standard (Euglycemic hyperinsulinogenic clamp) ซึ่งทำได้ยาก
2. การศึกษานี้ ไม่ได้ศึกษาผลในระยะยาวของการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ หลังสิ้นสุดการศึกษา
3. ประชากรที่เข้าร่วมการศึกษา เป็นผู้ป่วยเบาหวานที่ไม่ได้ใช้อินซูลินในการรักษา ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษา ไปใช้ร่วมกับประชากรที่ใช้อินซูลินได้
4. การศึกษา ต้องอาศัยทีมแพทย์และนักโภชนาการ ในการดูแลปรับยาเบาหวานอย่างใกล้ชิด

สรุป

การจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์ และ 4 วันต่อสัปดาห์ มีผลทำให้การควบคุมเบาหวานดีขึ้น แม้ว่าผลของการควบคุมระดับน้ำตาล จะดีกว่าในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ แต่จำนวนผู้ป่วยที่สงบจากเบาหวาน ไม่แตกต่างระหว่างการจำกัด

พลังงาน 2 วันต่อสัปดาห์ หรือ 4 วันต่อสัปดาห์ นอกจากนี้ ยังพบการลดลงของระดับไตรกลีเซอไรด์ การลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย และเส้นรอบเอว การลดลงของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลไขมันในร่างกาย มวลไร้ไขมัน และมวลกล้ามเนื้อ การลดลงของภาวะดื้อต่ออินซูลิน (HOMA-IR) และการเพิ่มขึ้นของ disposition index

การลดลงของความดันโลหิต SBP และ DBP และการลดลงของค่าการทำงานของตับ ALT และ AST พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ คุณภาพชีวิต พบว่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดและมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบมีเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์ เช่นกัน

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นต่อไป

1. การติดตามผู้เข้าร่วมการศึกษาในระยะยาวมากขึ้น เช่น 1-2 ปี
2. ทำการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ใช้ อินซูลินในการรักษา

ตารางที่ 1 คุณลักษณะพื้นฐานของประชากร

	Control (n-12)	Intermittent VLCD 2 days/week (n-14)	Intermittent VLCD 4 days/week (n=14)
FPG (mg/dL)	145.1 ± 14.0	156.0 ± 13.0	159.6 ± 12.8
2 hr PP after 75 gm OGTT (mg/dL)	306.7 ± 26.4	318.2 ± 24.4	349.2 ± 24.4
HbA _{1c} (%)	6.9 ± 0.3	7.5 ± 0.3	7.7 ± 0.3
Total cholesterol (mg/dL)	188.8 ± 12.5	181.1 ± 11.5	201.5 ± 11.5
Triglyceride (mg/dL)	148.2 ± 18.2	170.4 ± 16.9	139.3 ± 16.9
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.3 ± 2.4	51.4 ± 2.3*	43.7 ± 2.2*
LDL-cholesterol (mg/dL)	118.1 ± 11.8	104.6 ± 10.9	135.2 ± 10.9
AST (U/L)	21.7 ± 3.0*	19.6 ± 2.8**	31.1 ± 2.8***
ALT (U/L)	24.5 ± 3.9	19.5 ± 3.6*	32.9 ± 3.6*
ALP (IU/L)	72.0 ± 6.5	67.4 ± 6.0	71.6 ± 6.0
Albumin (g/dL)	4.4 ± 0.1	4.3 ± 0.1	4.3 ± 0.1
Creatinine (mg/dL)	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.04	0.7 ± 0.1
SBP (mmHg)	140.0 ± 5.5	122.9 ± 5.1	140.9 ± 5.1
DBP (mmHg)	80.0 ± 4.3	74.9 ± 4.0	85.6 ± 4.0
Waist circumference (cm)	93.3 ± 3.9	94.8 ± 3.6	96.2 ± 3.8
Body weight (kg)	73.6 ± 6.0	77.2 ± 5.5	82.9 ± 5.5
BMI (kg/m ²)	29.1 ± 1.7	29.9 ± 1.6	31.0 ± 1.6
%Fat (%)	36.0 ± 2.2	37.7 ± 2.0	32.1 ± 2.0
Fat mass (kg)	26.4 ± 3.3	29.7 ± 3.1	27.9 ± 3.1
Fat free mass (kg)	47.2 ± 3.8	47.5 ± 3.5	55.1 ± 3.5
Muscle mass (kg)	44.9 ± 3.6	45.5 ± 3.4	52.4 ± 3.4
Total body water (kg)	46.9 ± 2.0	45.6 ± 1.8	47.8 ± 1.8
SF-36 (point)	2563 ± 163*	2444 ± 151	2081 ± 151*
HOMA-IR	3.66 ± 1.14	4.31 ± 1.06	4.52 ± 1.06
QUICKI	0.34 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.34 ± 0.01
Matsuda index	5.24 ± 0.96	4.94 ± 0.89	4.71 ± 0.89
Insulinogenic index	0.07 ± 0.05	-0.06 ± 0.04*	0.11 ± 0.04*
Disposition index	0.44 ± 0.11	0.16 ± 0.10	0.36 ± 0.10

*** P<0.05

ตารางที่ 2 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	FPG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	FPG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	FPG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	145.1 $\pm$ 14.0			156.0 $\pm$ 13.0			159.6 $\pm$ 12.8		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	140.0 $\pm$ 7.6	5.2 $\pm$ 12.2	0.675	124.4 $\pm$ 7.1	31.6 $\pm$ 11.3	0.008	112.9 $\pm$ 7.1	46.6 $\pm$ 11.3	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	140.6 $\pm$ 9.2	4.5 $\pm$ 12.8	0.728	134.3 $\pm$ 8.5	21.7 $\pm$ 11.9	0.075	107.9 $\pm$ 8.5	51.7 $\pm$ 11.9	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	137.2 $\pm$ 10.7	7.9 $\pm$ 13.5	0.560	130.9 $\pm$ 9.9	25.1 $\pm$ 12.5	0.051	119.9 $\pm$ 9.9	39.7 $\pm$ 12.5	0.003

ตารางที่ 3 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
FPG	Control vs. VLCD 2 days/wk	10.9 $\pm$ 18.9	0.566	15.5 $\pm$ 10.4	0.145	6.3 $\pm$ 12.6	0.619	6.3 $\pm$ 14.6	0.669
	Control vs. VLCD 4 days/wk	14.5 $\pm$ 18.9	0.477	27.0 $\pm$ 10.4	0.013	32.9 $\pm$ 12.6	0.013	17.3 $\pm$ 14.6	0.244
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	3.57 $\pm$ 18.1	0.845	11.5 $\pm$ 10.1	0.257	26.4 $\pm$ 12.1	0.035	11.0 $\pm$ 14.1	0.439

ตารางที่ 4 จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีระดับน้ำตาลหลังอดอาหาร (FPG) <126 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

FPG <126 mg/dL	Group			Total (n=40)
	Control (n=12)	Intermittent VLCD 2 day/week (n=14)	Intermittent VLCD 4 day/week (n=14)	
2 week	5 (41.7%)	8 (51.7%)	10 (71.4%)	23 (57.5%)
10 week	6 (50.0%)	7 (50.0%)	10 (71.4%)	23 (57.5%)
20 week	6 (50.0%)	7 (50.0%)	10 (71.4%)	23 (57.5%)

ตารางที่ 5 ค่าระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมง หลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัม กลูโคส

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	2-hr PPG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	2-hr PPG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	2-hr PPG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	306.7 $\pm$ 26.4			318.2 $\pm$ 24.4			349.2 $\pm$ 24.4		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	302.4 $\pm$ 22.1	4.3 $\pm$ 19.9	0.832	276.0 $\pm$ 20.4	42.2 $\pm$ 18.4	0.027	278.8 $\pm$ 20.4	70.4 $\pm$ 18.3	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	291.0 $\pm$ 24.8	15.7 $\pm$ 25.4	0.541	266.4 $\pm$ 23.0	51.9 $\pm$ 23.5	0.033	225.3 $\pm$ 23.0	123.9 $\pm$ 23.5	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	317.3 $\pm$ 22.5	10.7 $\pm$ 23.3	0.650	256.3 $\pm$ 20.8	61.9 $\pm$ 21.6	0.007	235.9 $\pm$ 20.8	113.4 $\pm$ 21.6	<0.001

ตารางที่ 6 ค่าระดับน้ำตาลในเลือด 2 ชั่วโมง หลังการทดสอบการตอบสนองต่อน้ำตาล 75 กรัม กลูโคส (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Parameter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
2-hr PPG	Control vs. VLCD 2 days/wk	11.5 $\pm$ 35.9	0.750	26.4 $\pm$ 30.1	0.385	24.6 $\pm$ 33.8	0.470	61.0 $\pm$ 30.6	0.054
	Control vs. VLCD 4 days/wk	42.5 $\pm$ 35.9	0.244	23.6 $\pm$ 30.1	0.437	65.7 $\pm$ 33.8	0.059	81.5 $\pm$ 30.6	0.012
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	31.0 $\pm$ 34.5	0.375	2.8 $\pm$ 28.9	0.924	41.1 $\pm$ 32.5	0.214	20.4 $\pm$ 29.4	0.492

ตารางที่ 7 ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	HbA _{1c} (%) Mean ± SE	Mean difference ± SE	p-value	HbA _{1c} (%) Mean ± SE	Mean difference ± SE	p-value	HbA _{1c} (%) Mean ± SE	Mean difference ± SE	p-value
ก่อนการศึกษา	6.9 ± 0.3			7.5 ± 0.3			7.7 ± 0.3		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	6.7 ± 0.3	0.2 ± 0.3	0.497	6.7 ± 0.2	0.8 ± 0.3	0.010	6.4 ± 0.2	1.2 ± 0.3	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	6.9 ± 0.3	0.1 ± 0.3	0.862	6.8 ± 0.2	0.7 ± 0.3	0.042	6.4 ± 0.3	1.2 ± 0.3	<0.001

ตารางที่ 8 ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Parameter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
HbA _{1c}	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.54 ± 0.5	0.244	0.03 ± 0.36	0.933	0.07 ± 0.40	0.856
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.17 ± 0.5	0.128	0.27 ± 0.35	0.410	0.46 ± 0.37	0.220
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.17 ± 0.4	0.700	0.27 ± 0.34	0.441	0.39 ± 0.35	0.275

ตารางที่ 9 จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยที่สามารถหยุดยาได้

Discontinuation Of DM medications	Group			Total (n=40)
	Control (n=12)	Intermittent VLCD 2 day/week (n=14)	Intermittent VLCD 4 day/week (n=14)	
2 week	6 (50.0%)	10 (71.4%)	13 (92.9%)	29 (72.5%)
10 week	7 (58.3%)	10 (71.4%)	14 (100%)	31 (77.5%)
20 week	7 (58.3%)	9 (64.3%)	12 (85.7%)	28 (70%)

ตารางที่ 10 การสงบของเบาหวาน

DM remission	Group			Total (n=40)
	Control (n=12)	Intermittent VLCD 2 day/week (n=14)	Intermittent VLCD 4 day/week (n=14)	
2 week	1 (8.3%)	3 (21.4%)	2 (14.3%)	6 (15%)
10 week	2 (16.7%)	3 (21.4%)	4 (28.6%)	9 (22.5%)
20 week	0 (0%)	4 (28.6%)	4 (28.6%)	8 (20%)

ตารางที่ 11 ระดับไขมันคอเลสเตอรอล

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	TC (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	TC (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	TC (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	188.8 $\pm$ 12.5			181.1 $\pm$ 11.5			201.5 $\pm$ 11.5		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	184.7 $\pm$ 13.0	4.1 $\pm$ 9.5	0.671	154.4 $\pm$ 12.0	26.8 $\pm$ 8.8	0.004	188.9 $\pm$ 12.0	12.6 $\pm$ 8.8	0.163
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	187.6 $\pm$ 11.0	1.3 $\pm$ 12.1	0.918	184.9 $\pm$ 10.2	3.7 $\pm$ 11.2	0.742	195.2 $\pm$ 10.2	6.3 $\pm$ 11.2	0.577
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	200.0 $\pm$ 12.4	11.2 $\pm$ 13.5	0.413	191.2 $\pm$ 11.5	10.1 $\pm$ 12.5	0.425	205.1 $\pm$ 11.5	3.6 $\pm$ 12.5	0.772

ตารางที่ 12 ระดับไขมันคอเลสเตอรอล (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
TC	Control vs. VLCD 2 days/wk	7.7 $\pm$ 17.0	0.653	30.4 $\pm$ 17.7	0.095	2.7 $\pm$ 15.0	0.857	8.8 $\pm$ 16.9	0.606
	Control vs. VLCD 4 days/wk	12.7 $\pm$ 17.0	0.460	4.20 $\pm$ 17.7	0.815	7.6 $\pm$ 15.0	0.615	5.1 $\pm$ 16.9	0.762
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	20.4 $\pm$ 16.3	0.219	34.6 $\pm$ 17.0	0.050	10.4 $\pm$ 14.4	0.478	13.9 $\pm$ 16.2	0.396

ตารางที่ 13 ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	TG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	TG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	TG (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	148.2 $\pm$ 18.2			170.4 $\pm$ 16.9			139.3 $\pm$ 16.9		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	119.3 $\pm$ 14.2	29.0 $\pm$ 14.0	0.046	105.7 $\pm$ 13.2	64.7 $\pm$ 13.0	<0.001	111.6 $\pm$ 13.2	27.6 $\pm$ 13.0	0.040
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	134.7 $\pm$ 21.0	13.6 $\pm$ 18.5	0.468	131.6 $\pm$ 19.4	38.9 $\pm$ 17.1	0.029	101.8 $\pm$ 19.4	37.4 $\pm$ 17.1	0.035
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	132.7 $\pm$ 13.4	15.6 $\pm$ 15.6	0.325	126.9 $\pm$ 12.4	43.5 $\pm$ 14.5	0.005	97.8 $\pm$ 12.4	41.4 $\pm$ 14.5	0.007

ตารางที่ 14 ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
TG	Control vs. VLCD 2 days/wk	22.2 $\pm$ 24.8	0.377	13.5 $\pm$ 19.4	0.490	3.1 $\pm$ 28.6	0.914	5.7 $\pm$ 18.3	0.756
	Control vs. VLCD 4 days/wk	9.0 $\pm$ 24.8	0.720	7.6 $\pm$ 19.4	0.697	32.8 $\pm$ 28.6	0.258	34.8 $\pm$ 18.3	0.065
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	31.1 $\pm$ 23.8	0.199	5.9 $\pm$ 18.6	0.752	29.7 $\pm$ 27.4	0.286	29.1 $\pm$ 17.6	0.107

ตารางที่ 15 ระดับของไขมัน HDL-cholesterol

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	HDL-C (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	HDL-C (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	HDL-C (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	50.3 $\pm$ 2.4			51.4 $\pm$ 2.3			43.7 $\pm$ 2.2		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	47.2 $\pm$ 2.2	3.2 $\pm$ 1.5	0.043	44.5 $\pm$ 2.1	6.9 $\pm$ 1.4	<0.001	40.6 $\pm$ 2.1	3.1 $\pm$ 1.4	0.034
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	50.2 $\pm$ 2.5	0.2 $\pm$ 1.7	0.923	50.1 $\pm$ 2.3	1.3 $\pm$ 1.5	0.421	44.0 $\pm$ 2.3	0.3 $\pm$ 1.6	0.857
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	51.8 $\pm$ 2.5	1.5 $\pm$ 2.2	0.507	50.4 $\pm$ 2.3	0.9 $\pm$ 2.1	0.657	46.1 $\pm$ 2.3	-2.4 $\pm$ 2.1	0.249

ตารางที่ 16 ระดับของไขมัน HDL-cholesterol (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
HDL-C	Control vs. VLCD 2 days/wk	1.0 $\pm$ 3.3	0.759	2.7 $\pm$ 3.1	0.389	0.1 $\pm$ 3.4	0.978	1.4 $\pm$ 3.4	0.686
	Control vs. VLCD 4 days/wk	6.6 $\pm$ 3.3	0.053	6.5 $\pm$ 3.1	0.040	6.2 $\pm$ 3.4	0.081	5.7 $\pm$ 3.4	0.107
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	7.6 $\pm$ 3.2	0.022	3.9 $\pm$ 2.9	0.197	6.1 $\pm$ 3.3	0.074	4.3 $\pm$ 3.3	0.204

ตารางที่ 17 ระดับของไขมัน LDL-cholesterol

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	LDL-C (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	LDL-C (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	LDL-C (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	118.1 $\pm$ 11.8			104.6 $\pm$ 10.9			135.2 $\pm$ 10.9		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	117.6 $\pm$ 11.5	0.5 $\pm$ 8.6	0.954	78.1 $\pm$ 10.7	26.4 $\pm$ 8.0	0.002	127.0 $\pm$ 10.7	8.2 $\pm$ 8.0	0.312
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	115.0 $\pm$ 11.0	3.1 $\pm$ 11.5	0.790	115.6 $\pm$ 10.2	7.0 $\pm$ 10.6	0.514	133.6 $\pm$ 10.2	1.6 $\pm$ 10.6	0.883
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	127.1 $\pm$ 11.6	9.0 $\pm$ 12.7	0.483	120.2 $\pm$ 10.7	15.6 $\pm$ 11.7	0.191	149.3 $\pm$ 10.7	8.7 $\pm$ 11.7	0.463

ตารางที่ 18 ระดับของไขมัน LDL-cholesterol (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
LDL-C	Control vs. VLCD 2 days/wk	13.5 $\pm$ 16.1	0.406	39.4 $\pm$ 15.7	0.017	3.4 $\pm$ 15.0	0.820	6.9 $\pm$ 15.8	0.666
	Control vs. VLCD 4 days/wk	17.10 $\pm$ 16.1	0.294	9.4 $\pm$ 15.7	0.553	18.6 $\pm$ 15.0	0.221	16.8 $\pm$ 15.8	0.293
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	30.6 $\pm$ 15.5	0.055	48.9 $\pm$ 15.1	0.003	22.1 $\pm$ 14.4	0.133	23.7 $\pm$ 15.2	0.126

ตารางที่ 19 ค่าการทำงานของตับ AST

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	AST (U/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	AST (U/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	AST (U/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	21.7 $\pm$ 3.0			19.6 $\pm$ 2.8			31.1 $\pm$ 2.8		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	23.1 $\pm$ 3.7	1.3 $\pm$ 3.1	0.674	23.6 $\pm$ 3.4	4.1 $\pm$ 2.9	0.171	31.5 $\pm$ 3.4	0.4 $\pm$ 2.9	0.884
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	19.4 $\pm$ 2.6	2.3 $\pm$ 3.6	0.519	16.4 $\pm$ 2.5	3.1 $\pm$ 3.3	0.349	22.3 $\pm$ 2.5	8.8 $\pm$ 3.3	0.012
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	19.1 $\pm$ 2.7	2.7 $\pm$ 3.3	0.430	18.8 $\pm$ 2.5	0.8 $\pm$ 3.1	0.801	21.8 $\pm$ 2.5	9.3 $\pm$ 3.1	0.005

ตารางที่ 20 ค่าการทำงานของตับ AST (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
AST	Control vs. VLCD 2 days/wk	2.2 $\pm$ 4.1	0.601	0.6 $\pm$ 5.0	0.912	3.0 $\pm$ 3.6	0.413	0.3 $\pm$ 3.7	0.937
	Control vs. VLCD 4 days/wk	9.3 $\pm$ 4.1	0.030	8.4 $\pm$ 5.0	0.103	2.9 $\pm$ 3.6	0.432	2.7 $\pm$ 3.7	0.475
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	11.5 $\pm$ 4.0	0.006	7.9 $\pm$ 4.8	0.112	5.9 $\pm$ 3.5	0.100	3.0 $\pm$ 3.6	0.410

ตารางที่ 21 ค่าการทำงานของตับ ALT

Time	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
	ALT (U/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	ALT (U/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	ALT (U/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	24.5 $\pm$ 3.9			19.5 $\pm$ 3.6			32.9 $\pm$ 3.6		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	25.8 $\pm$ 4.0	1.2 $\pm$ 3.4	0.717	17.6 $\pm$ 3.7	1.9 $\pm$ 3.2	0.546	32.7 $\pm$ 3.7	0.2 $\pm$ 3.2	0.946
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	19.0 $\pm$ 2.3	5.5 $\pm$ 3.3	0.106	15.1 $\pm$ 2.1	4.3 $\pm$ 3.1	0.164	23.5 $\pm$ 2.1	9.4 $\pm$ 3.1	0.004
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	20.3 $\pm$ 2.2	4.2 $\pm$ 3.7	0.264	13.7 $\pm$ 2.1	5.8 $\pm$ 3.5	0.104	24.6 $\pm$ 2.1	8.3 $\pm$ 3.5	0.022

ตารางที่ 22 ค่าการทำงานของตับ ALT (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
ALT	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
	Control vs. VLCD 2 days/wk	5.0 $\pm$ 5.4	0.357	8.2 $\pm$ 5.4	0.139	3.9 $\pm$ 3.1	0.225	6.5 $\pm$ 3.1	0.039
	Control vs. VLCD 4 days/wk	8.4 $\pm$ 5.4	0.124	7.0 $\pm$ 5.4	0.205	4.5 $\pm$ 3.1	0.158	4.4 $\pm$ 3.1	0.159
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	13.4 $\pm$ 5.1	0.013	15.1 $\pm$ 5.2	0.006	8.4 $\pm$ 3.0	0.008	10.9 $\pm$ 2.9	0.001

ตารางที่ 23 ค่าการทำงานของตับ ALP

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	ALP (IU/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	ALP (IU/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	ALP (IU/L) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	72.0 $\pm$ 6.5			67.4 $\pm$ 6.0			71.6 $\pm$ 6.0		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	66.3 $\pm$ 6.7	5.7 $\pm$ 5.0	0.259	61.2 $\pm$ 6.2	6.1 $\pm$ 4.6	0.194	72.3 $\pm$ 6.2	0.8 $\pm$ 4.6	0.867
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	65.2 $\pm$ 6.6	6.8 $\pm$ 4.9	0.170	63.0 $\pm$ 6.1	4.3 $\pm$ 4.5	0.341	70.4 $\pm$ 6.1	1.1 $\pm$ 4.5	0.802
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	65.8 $\pm$ 6.0	6.2 $\pm$ 4.1	0.135	63.7 $\pm$ 5.5	3.6 $\pm$ 3.8	0.342	65.1 $\pm$ 5.5	6.4 $\pm$ 3.8	0.098

ตารางที่ 24 ค่าการทำงานของตับ ALP (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ALP	Control vs. VLCD 2 days/wk	4.6 $\pm$ 8.8	0.602	5.0 $\pm$ 9.2	0.586	2.2 $\pm$ 9.0	0.811	2.0 $\pm$ 8.2	0.805
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.4 $\pm$ 8.8	0.962	6.1 $\pm$ 9.2	0.509	5.3 $\pm$ 9.0	0.563	0.6 $\pm$ 8.2	0.941
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	4.2 $\pm$ 8.5	0.622	11.1 $\pm$ 8.8	0.213	7.4 $\pm$ 8.7	0.396	1.4 $\pm$ 7.8	0.857

ตารางที่ 25 ค่าอัลบูมิน

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	Alb (g/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Alb (g/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Alb (g/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	4.4 $\pm$ 0.1			4.3 $\pm$ 0.1			4.3 $\pm$ 0.1		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	4.5 $\pm$ 0.1	0.1 $\pm$ 0.1	0.281	4.3 $\pm$ 0.1	0.03 $\pm$ 0.06	0.637	4.3 $\pm$ 0.1	0.05 $\pm$ 0.06	0.458
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	4.5 $\pm$ 0.1	0.1 $\pm$ 0.1	0.105	4.4 $\pm$ 0.1	0.03 $\pm$ 0.06	0.646	4.3 $\pm$ 0.1	0.02 $\pm$ 0.06	0.730
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	4.5 $\pm$ 0.1	0.1 $\pm$ 0.1	0.394	4.4 $\pm$ 0.1	0.06 $\pm$ 0.06	0.368	4.2 $\pm$ 0.1	0.15 $\pm$ 0.66	0.024

ตารางที่ 26 ค่าอัลบูมิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Alb	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.1 $\pm$ 0.1	0.299	0.2 $\pm$ 0.1	0.118	0.2 $\pm$ 0.2	0.069	0.1 $\pm$ 0.1	0.241
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.1 $\pm$ 0.1	0.337	0.2 $\pm$ 0.1	0.039	0.2 $\pm$ 0.2	0.073	0.3 $\pm$ 0.1	0.008
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.01 $\pm$ 0.1	0.935	0.1 $\pm$ 0.1	0.574	0.004 $\pm$ 0.2	0.975	0.2 $\pm$ 0.1	0.097

ตารางที่ 27 ค่าการทำงานของไต

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	Cr (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Cr (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Cr (mg/dL) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	0.6 $\pm$ 0.05			0.7 $\pm$ 0.04			0.7 $\pm$ 0.04		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	0.6 $\pm$ 0.05	0.04 $\pm$ 0.04	0.293	0.7 $\pm$ 0.05		0.999	0.8 $\pm$ 0.05	0.08 $\pm$ 0.04	0.028
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	0.6 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.03	0.857	0.6 $\pm$ 0.04	0.05 $\pm$ 0.03	0.129	0.7 $\pm$ 0.04	0.03 $\pm$ 0.03	0.333
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	0.6 $\pm$ 0.05	0.02 $\pm$ 0.03	0.437	0.6 $\pm$ 0.04	0.05 $\pm$ 0.03	0.101	0.7 $\pm$ 0.04	0.02 $\pm$ 0.03	0.518

ตารางที่ 28 ค่าการทำงานของไต (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Cr	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.08 $\pm$ 0.06	0.182	0.04 $\pm$ 0.08	0.574	0.04 $\pm$ 0.06	0.497	0.01 $\pm$ 0.06	0.851
	Control vs. VLCD 4 days/wk	1.12 $\pm$ 0.06	0.067	0.16 $\pm$ 0.08	0.051	0.15 $\pm$ 0.06	0.022	0.07 $\pm$ 0.06	0.250
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.03 $\pm$ 0.06	0.584	0.11 $\pm$ 0.08	0.141	0.11 $\pm$ 0.06	0.083	0.06 $\pm$ 0.06	0.315

ตารางที่ 29 ค่าความดันโลหิต SBP

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	SBP (mmHg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	SBP (mmHg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	SBP (mmHg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	140.4 $\pm$ 5.5			122.9 $\pm$ 5.1			140.9 $\pm$ 5.1		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	134.3 $\pm$ 4.7	62 $\pm$ 4.7	0.195	124.9 $\pm$ 4.3	1.9 $\pm$ 4.3	0.658	127.1 $\pm$ 4.3	13.7 $\pm$ 4.3	0.003
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	133.4 $\pm$ 5.0	7.0 $\pm$ 5.2	0.188	128.3 $\pm$ 4.6	5.4 $\pm$ 4.8	0.275	127.4 $\pm$ 4.6	13.5 $\pm$ 4.8	0.008
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	125.5 $\pm$ 4.0	14.9 $\pm$ 5.0	0.005	121.7 $\pm$ 3.7	1.2 $\pm$ 4.6	0.794	131.1 $\pm$ 3.7	9.7 $\pm$ 4.6	0.042

ตารางที่ 30 ค่าความดันโลหิต SBP (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
SBP	Control vs. VLCD 2 days/wk	17.5 $\pm$ 7.6	0.026	9.4 $\pm$ 6.4	0.148	5.1 $\pm$ 6.8	0.485	3.8 $\pm$ 5.4	0.490
	Control vs. VLCD 4 days/wk	-0.4 $\pm$ 7.6	0.954	7.1 $\pm$ 6.4	0.271	6.1 $\pm$ 6.8	0.381	-5.6 $\pm$ 5.4	0.306
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	-17.96 $\pm$ 7.3	0.018	-2.3 $\pm$ 6.1	0.711	0.9 $\pm$ 6.6	0.888	-9.4 $\pm$ 5.2	0.079

ตารางที่ 31 ค่าความดันโลหิต DBP

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	DBP (mmHg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	DBP (mmHg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	DBP (mmHg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	80.3 $\pm$ 4.3			74.9 $\pm$ 4.0			85.6 $\pm$ 4.0		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	77.9 $\pm$ 2.6	2.3 $\pm$ 3.7	0.528	76.3 $\pm$ 2.4	1.4 $\pm$ 3.4	0.676	76.1 $\pm$ 2.4	9.5 $\pm$ 3.4	0.008
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	78.0 $\pm$ 3.4	2.3 $\pm$ 4.9	0.647	79.2 $\pm$ 3.2	4.4 $\pm$ 4.5	0.341	74.7 $\pm$ 3.2	10.9 $\pm$ 4.5	0.021
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	73.8 $\pm$ 3.3	6.5 $\pm$ 4.6	0.163	75.0 $\pm$ 3.0	0.1 $\pm$ 4.2	0.973	81.9 $\pm$ 3.0	3.8 $\pm$ 4.2	0.377

ตารางที่ 32 ค่าความดันโลหิต DBP (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
DBP	Control vs. VLCD 2 days/wk	5.4 $\pm$ 5.9	0.363	1.6 $\pm$ 3.6	0.652	-1.2 $\pm$ 4.7	0.795	-1.3 $\pm$ 4.5	0.781
	Control vs. VLCD 4 days/wk	-5.4 $\pm$ 5.9	0.363	1.8 $\pm$ 3.6	0.624	3.3 $\pm$ 4.7	0.484	-8.1 $\pm$ 4.5	0.077
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	-10.89 $\pm$ 5.6	0.063	0.14 $\pm$ 3.5	0.967	4.5 $\pm$ 4.5	0.2320	-6.9 $\pm$ 4.3	0.118

ตารางที่ 33 แสดงระดับน้ำหนักตัว

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	BW (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	BW (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	BW (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	73.6 $\pm$ 6.0			77.2 $\pm$ 5.5			82.9 $\pm$ 5.5		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	71.0 $\pm$ 5.7	2.6 $\pm$ 0.5	<0.001	74.2 $\pm$ 5.3	2.9 $\pm$ 0.5	<0.001	79.6 $\pm$ 5.3	3.4 $\pm$ 0.5	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	68.7 $\pm$ 5.6	4.9 $\pm$ 1.1	<0.001	71.7 $\pm$ 5.1	5.5 $\pm$ 1.0	<0.001	76.1 $\pm$ 5.1	6.8 $\pm$ 1.0	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	68.7 $\pm$ 5.7	4.9 $\pm$ 1.4	0.002	71.7 $\pm$ 5.2	5.5 $\pm$ 1.3	<0.001	74.3 $\pm$ 5.2	8.6 $\pm$ 1.3	<0.001

ตารางที่ 34 ระดับน้ำหนักตัว (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
BW	Control vs. VLCD 2 days/wk	3.6 $\pm$ 8.1	0.660	3.3 $\pm$ 7.8	0.679	3.1 $\pm$ 7.6	0.689	3.0 $\pm$ 7.7	0.698
	Control vs. VLCD 4 days/wk	9.4 $\pm$ 8.1	0.257	8.6 $\pm$ 7.8	0.278	7.5 $\pm$ 7.6	0.330	5.6 $\pm$ 7.7	0.471
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	5.8 $\pm$ 7.8	0.465	5.3 $\pm$ 7.5	0.482	4.4 $\pm$ 7.3	0.547	2.6 $\pm$ 7.4	0.727

ตารางที่ 35 ค่าดัชนีมวลกาย

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	BMI (kg/m ²) Mean ± SE	Mean difference ± SE	p-value	BMI (kg/m ²) Mean ± SE	Mean difference ± SE	p-value	BMI (kg/m ²) Mean ± SE	Mean difference ± SE	p-value
ก่อนการศึกษา	29.1 ± 1.7			29.9 ± 1.6			31.0 ± 1.6		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	28.1 ± 1.6	1.0 ± 0.4	0.006	28.7 ± 1.5	1.2 ± 0.3	0.001	29.2 ± 1.5	1.8 ± 0.3	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	27.2 ± 1.6	2.0 ± 0.5	<0.001	27.7 ± 1.5	2.1 ± 0.4	<0.001	28.0 ± 1.5	3.0 ± 0.4	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	27.1 ± 1.6	2.0 ± 0.6	<0.001	27.8 ± 1.5	2.1 ± 0.5	0.001	27.4 ± 1.5	3.6 ± 0.5	<0.001

ตารางที่ 36 ค่าดัชนีมวลกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
BMI	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.8 ± 2.4	0.751	0.6 ± 2.2	0.772	0.6 ± 2.2	0.789	0.7 ± 2.2	0.771
	Control vs. VLCD 4 days/wk	1.9 ± 2.4	0.425	1.2 ± 2.2	0.605	0.8 ± 2.2	0.698	0.3 ± 2.2	0.900
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	1.2 ± 2.3	0.615	0.5 ± 2.1	0.812	0.3 ± 2.1	0.900	0.4 ± 2.1	0.864

ตารางที่ 37 ค่าเส้นรอบเอว

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	WC (cm) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	WC (cm) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	WC (cm) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	93.3 $\pm$ 3.9			94.8 $\pm$ 3.6			96.2 $\pm$ 3.8		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	92.2 $\pm$ 3.8	1.1 $\pm$ 1.4	0.414	90.4 $\pm$ 3.5	4.4 $\pm$ 1.3	0.001	93.1 $\pm$ 3.7	3.1 $\pm$ 1.3	0.024
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	87.7 $\pm$ 4.0	5.6 $\pm$ 1.7	0.002	86.9 $\pm$ 3.7	7.9 $\pm$ 1.5	<0.001	91.6 $\pm$ 3.8	4.6 $\pm$ 1.6	0.007
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	85.2 $\pm$ 4.0	8.1 $\pm$ 1.7	<0.001	86.4 $\pm$ 3.7	8.4 $\pm$ 1.6	<0.001	87.4 $\pm$ 3.8	8.8 $\pm$ 1.6	<0.001

ตารางที่ 38 ค่าเส้นรอบเอว (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
WC	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	893	Mean difference $\pm$ SE	p-value
	Control vs. VLCD 2 days/wk	1.5 $\pm$ 5.3	0.781	1.8 $\pm$ 5.2	0.736	0.7 $\pm$ 5.5	0.893	1.3 $\pm$ 5.4	0.817
	Control vs. VLCD 4 days/wk	2.9 $\pm$ 5.4	0.602	0.9 $\pm$ 5.3	0.865	3.9 $\pm$ 5.5	0.485	2.2 $\pm$ 5.5	0.690
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	1.4 $\pm$ 5.2	0.795	2.7 $\pm$ 5.1	0.602	4.6 $\pm$ 5.3	0.389	1.0 $\pm$ 5.3	0.858

ตารางที่ 39 เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	%Fat Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	%Fat Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	%Fat Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	36.0 $\pm$ 2.2			37.7 $\pm$ 2.0			32.1 $\pm$ 2.0		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	35.0 $\pm$ 2.4	0.9 $\pm$ 0.5	0.049	36.7 $\pm$ 2.3	1.0 $\pm$ 0.4	0.022	31.5 $\pm$ 2.3	0.7 $\pm$ 0.4	0.138
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	33.5 $\pm$ 2.5	2.5 $\pm$ 0.7	0.002	35.3 $\pm$ 2.3	2.5 $\pm$ 0.7	0.001	28.7 $\pm$ 2.3	3.4 $\pm$ 0.7	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	33.2 $\pm$ 3.0	2.8 $\pm$ 2.1	0.195	34.4 $\pm$ 2.8	3.3 $\pm$ 2.0	0.105	30.6 $\pm$ 2.8	1.5 $\pm$ 2.0	0.445

ตารางที่ 40 เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
%Fat	Control vs. VLCD 2 days/wk	1.7 $\pm$ 3.0	0.564	1.7 $\pm$ 3.3	0.621	1.7 $\pm$ 3.4	0.615	1.3 $\pm$ 4.1	0.760
	Control vs. VLCD 4 days/wk	3.9 $\pm$ 3.0	0.202	3.6 $\pm$ 3.3	0.285	4.8 $\pm$ 3.4	0.166	2.6 $\pm$ 4.1	0.532
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	5.6 $\pm$ 2.9	0.058	5.2 $\pm$ 3.2	0.108	6.6 $\pm$ 3.3	0.053	3.9 $\pm$ 4.0	0.335

ตารางที่ 41 มวลไขมันในร่างกาย

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	Fat mass (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Fat mass (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Fat mass (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	26.4 $\pm$ 3.3			29.7 $\pm$ 3.1			27.9 $\pm$ 3.1		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	24.8 $\pm$ 3.3	1.6 $\pm$ 0.3	<0.001	27.5 $\pm$ 3.1	2.2 $\pm$ 0.3	<0.001	26.3 $\pm$ 3.1	1.5 $\pm$ 0.3	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	23.0 $\pm$ 3.2	3.4 $\pm$ 0.9	<0.001	25.7 $\pm$ 3.0	4.0 $\pm$ 0.8	<0.001	23.4 $\pm$ 3.0	4.5 $\pm$ 0.8	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	22.6 $\pm$ 3.2	3.8 $\pm$ 1.1	0.001	25.2 $\pm$ 3.0	4.5 $\pm$ 1.0	<0.001	22.4 $\pm$ 3.0	5.4 $\pm$ 1.0	<0.001

ตารางที่ 42 มวลไขมันในร่างกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Fat mass	Control vs. VLCD 2 days/wk	3.3 $\pm$ 4.5	0.468	2.8 $\pm$ 4.5	0.547	2.7 $\pm$ 4.4	0.538	2.6 $\pm$ 4.4	0.563
	Control vs. VLCD 4 days/wk	1.5 $\pm$ 4.5	0.743	1.6 $\pm$ 4.5	0.728	0.4 $\pm$ 4.4	0.924	0.2 $\pm$ 4.4	0.966
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	1.8 $\pm$ 4.4	0.678	1.2 $\pm$ 4.4	0.791	2.3 $\pm$ 4.3	0.588	2.8 $\pm$ 4.2	0.518

ตารางที่ 43 มวลไร้ไขมัน

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	FFM (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	FFM (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	FFM (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	47.2 $\pm$ 3.8			47.5 $\pm$ 3.5			55.1 $\pm$ 3.5		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	46.3 $\pm$ 3.8	1.0 $\pm$ 0.4	0.014	46.7 $\pm$ 3.5	0.8 $\pm$ 0.3	0.035	53.2 $\pm$ 3.5	1.8 $\pm$ 0.3	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	45.7 $\pm$ 3.5	1.5 $\pm$ 0.5	0.007	46.0 $\pm$ 3.3	1.5 $\pm$ 0.5	0.005	52.7 $\pm$ 3.3	2.3 $\pm$ 0.5	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	46.1 $\pm$ 4.0	1.1 $\pm$ 2.0	0.572	46.5 $\pm$ 3.7	1.0 $\pm$ 1.8	0.603	49.8 $\pm$ 3.7	5.2 $\pm$ 1.8	0.007

ตารางที่ 44 มวลไร้ไขมัน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
FFM	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.3 $\pm$ 5.2	0.958	0.5 $\pm$ 5.1	0.926	0.3 $\pm$ 4.8	0.950	0.4 $\pm$ 5.4	0.935
	Control vs. VLCD 4 days/wk	7.9 $\pm$ 5.2	0.138	0.7 $\pm$ 5.1	0.181	7.0 $\pm$ 4.8	0.153	3.7 $\pm$ 5.4	0.493
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	7.6 $\pm$ 5.0	0.136	6.5 $\pm$ 4.9	0.195	6.7 $\pm$ 4.6	0.154	3.3 $\pm$ 5.2	0.529

ตารางที่ 45 มวลกล้ามเนื้อ

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	MM (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	MM (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	MM (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	44.9 $\pm$ 3.6			45.5 $\pm$ 3.4			52.4 $\pm$ 3.4		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	44.0 $\pm$ 3.6	1.0 $\pm$ 0.5	0.061	44.4 $\pm$ 3.3	1.1 $\pm$ 0.5	0.026	50.7 $\pm$ 3.3	1.7 $\pm$ 0.5	0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	43.5 $\pm$ 3.4	1.5 $\pm$ 0.5	0.008	43.8 $\pm$ 3.1	1.7 $\pm$ 0.5	0.001	50.3 $\pm$ 3.1	2.2 $\pm$ 0.5	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	44.1 $\pm$ 3.4	0.9 $\pm$ 0.6	0.156	44.3 $\pm$ 3.2	1.2 $\pm$ 0.5	0.031	50.2 $\pm$ 3.2	2.2 $\pm$ 0.5	<0.001

ตารางที่ 46 มวลกล้ามเนื้อ (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
MM	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.6 $\pm$ 5.0	0.912	0.4 $\pm$ 4.9	0.928	0.3 $\pm$ 4.6	0.948	0.2 $\pm$ 4.7	0.969
	Control vs. VLCD 4 days/wk	7.5 $\pm$ 5.0	0.138	6.7 $\pm$ 4.9	0.177	6.8 $\pm$ 4.6	0.148	6.1 $\pm$ 4.7	0.194
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	7.0 $\pm$ 4.8	0.152	6.3 $\pm$ 4.7	0.189	6.5 $\pm$ 4.4	0.150	6.0 $\pm$ 4.5	0.190

ตารางที่ 47 น้ำหนักของน้ำในร่างกาย

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	TBW (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	TBW (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	TBW (kg) Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	46.9 $\pm$ 2.0			45.6 $\pm$ 1.8			47.8 $\pm$ 1.8		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	47.6 $\pm$ 1.8	0.7 $\pm$ 1.2	0.596	46.4 $\pm$ 1.7	0.8 $\pm$ 1.2	0.512	50.2 $\pm$ 1.7	2.4 $\pm$ 1.2	0.049
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	48.7 $\pm$ 1.8	1.8 $\pm$ 1.4	0.211	47.4 $\pm$ 1.7	1.8 $\pm$ 1.3	0.167	52.3 $\pm$ 1.7	4.4 $\pm$ 1.3	0.002
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	48.3 $\pm$ 1.8	1.4 $\pm$ 1.5	0.363	48.0 $\pm$ 1.7	2.4 $\pm$ 1.4	0.093	53.2 $\pm$ 1.7	5.4 $\pm$ 1.4	<0.001

ตารางที่ 48 น้ำหนักของน้ำในร่างกาย (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
TBW	Control vs. VLCD 2 days/wk	1.3 $\pm$ 2.7	0.635	1.2 $\pm$ 2.4	0.624	1.3 $\pm$ 2.5	0.619	0.3 $\pm$ 2.4	0.909
	Control vs. VLCD 4 days/wk	1.0 $\pm$ 2.7	0.728	2.6 $\pm$ 2.4	0.285	3.6 $\pm$ 2.5	0.158	5.0 $\pm$ 2.4	0.049
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	2.3 $\pm$ 2.6	0.393	3.8 $\pm$ 2.3	0.109	4.9 $\pm$ 2.4	0.050	5.3 $\pm$ 2.3	0.032

ตารางที่ 49 คุณภาพชีวิต

	Control (n=12)			Intermittent VLCD 2 days/wk (n=14)			Intermittent VLCD 4 days/wk (n=14)		
Time	SF-36 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	SF-36 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	SF-36 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	2563 $\pm$ 163			2444 $\pm$ 151			2082 $\pm$ 151		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	2728 $\pm$ 129	164 $\pm$ 134	0.230	2714 $\pm$ 119	270 $\pm$ 125	0.037	2521 $\pm$ 119	439 $\pm$ 125	0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	2730 $\pm$ 116	166 $\pm$ 158	0.299	2785 $\pm$ 107	341 $\pm$ 146	0.025	2866 $\pm$ 107	784 $\pm$ 146	<0.001
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	2684 $\pm$ 127	120 $\pm$ 171	0.485	2757 $\pm$ 118	313 $\pm$ 158	0.055	2697 $\pm$ 118	615 $\pm$ 158	<0.001

ตารางที่ 50 คุณภาพชีวิต (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
SF-36	Control vs. VLCD 2 days/wk	119 $\pm$ 222	0.595	14 $\pm$ 175	0.938	55 $\pm$ 157	0.728	73 $\pm$ 173	0.675
	Control vs. VLCD 4 days/wk	482 $\pm$ 222	0.036	207 $\pm$ 175	0.245	136 $\pm$ 157	0.392	13 $\pm$ 173	0.939
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	363 $\pm$ 213	0.097	194 $\pm$ 168	0.258	81 $\pm$ 151	0.595	60 $\pm$ 166	0.721

ตารางที่ 51 มิติ 1 Physical function

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Physical function Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Physical function Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Physical function Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	768.2 $\pm$ 60.8			785.7 $\pm$ 53.9			678.6 $\pm$ 53.9		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	804.5 $\pm$ 53.7	-36.4 $\pm$ 48.0	0.454	864.3 $\pm$ 47.6	-78.6 $\pm$ 42.6	0.073	728.6 $\pm$ 47.6	-50.0 $\pm$ 42.6	0.248
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	868.2 $\pm$ 49.3	-100.0 $\pm$ 44.1	0.030	850.0 $\pm$ 43.7	-64.3 $\pm$ 39.1	0.109	803.6 $\pm$ 43.7	-125.0 $\pm$ 39.1	0.003
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	854.5 $\pm$ 49.0	-86.4 $\pm$ 57.9	0.144	832.1 $\pm$ 43.4	-46.4 $\pm$ 51.3	0.371	800.0 $\pm$ 43.4	-121.4 $\pm$ 51.3	0.023

ตารางที่ 52 มิติ 1 Physical function (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
	Group	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Physical function	Control	VLCD 2days/wk	-17.5 $\pm$ 81.2	0.830	-59.7 $\pm$ 71.8	0.411	18.2 $\pm$ 65.9	0.784	22.4 $\pm$ 65.5	0.734
	Control	VLCD 4days/wk	89.6 $\pm$ 81.2	0.277	76.0 $\pm$ 71.8	0.297	64.6 $\pm$ 65.9	0.334	54.5 $\pm$ 65.5	0.410
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	107.1 $\pm$ 76.2	0.168	135.7 $\pm$ 67.3	0.051	46.4 $\pm$ 61.8	0.458	32.1 $\pm$ 61.4	0.604

ตารางที่ 53 มิติ 2 Role limitations due to physical health

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domain2 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Domain 2 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Domain 2 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	245.5 $\pm$ 52.4			278.6 $\pm$ 46.4			250.0 $\pm$ 46.4		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	290.9 $\pm$ 40.1	-45.5 $\pm$ 45.8	0.327	321.4 $\pm$ 35.5	-42.9 $\pm$ 40.6	0.298	321.4 $\pm$ 35.5	-71.4 $\pm$ 40.6	0.087
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	363.6 $\pm$ 32.3	-118.2 $\pm$ 49.4	0.022	342.9 $\pm$ 28.6	-64.3 $\pm$ 43.8	0.151	335.7 $\pm$ 28.6	-85.7 $\pm$ 43.8	0.058
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	318.2 $\pm$ 36.4	-72.7 $\pm$ 55.9	0.201	335.7 $\pm$ 32.2	-57.1 $\pm$ 49.5	0.256	350.0 $\pm$ 32.2	-100.0 $\pm$ 49.5	0.051

ตารางที่ 54 มิติ 2 Role limitations due to physical health (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
	Group	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Domain 2	Control	VLCD 2days/wk	-33.1 $\pm$ 70.0	0.639	-30.5 $\pm$ 53.6	0.572	20.8 $\pm$ 43.1	0.633	-17.5 $\pm$ 48.6	0.720
	Control	VLCD 4days/wk	-4.5 $\pm$ 70.0	0.949	-30.5 $\pm$ 53.5	0.572	27.9 $\pm$ 43.1	0.521	-31.8 $\pm$ 48.6	0.517
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	28.6 $\pm$ 65.6	0.666	0.0 $\pm$ 50.2	1.000	7.1 $\pm$ 40.4	0.861	-14.3 $\pm$ 45.6	0.756

ตารางที่ 55 มิติ 3 Role limitation due to pain

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domain 3 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Domian 3 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domain 3 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	131.8 $\pm$ 14.9			127.5 $\pm$ 13.2			119.3 $\pm$ 13.2		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	145.5 $\pm$ 11.7	-13.6 $\pm$ 14.4	0.350	145.7 $\pm$ 10.4	-18.2 $\pm$ 12.8	0.162	134.3 $\pm$ 10.4	-15.0 $\pm$ 12.8	0.247
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	160.9 $\pm$ 11.7	-29.1 $\pm$ 13.9	0.043	135.0 $\pm$ 10.4	-7.5 $\pm$ 12.3	0.546	138.6 $\pm$ 10.4	-19.3 $\pm$ 12.3	0.126
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	150.0 $\pm$ 10.5	-18.2 $\pm$ 14.9	0.230	145.4 $\pm$ 9.3	-17.9 $\pm$ 13.2	0.184	146.1 $\pm$ 9.3	-26.8 $\pm$ 13.2	0.050

ตารางที่ 56 มิติ 3 Role limitation due to pain (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Domain 3	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	4.3 ± 19.8	0.829	-0.3 ± 15.6	0.987	25.9 ± 15.7	0.107	4.6 ± 14.0	0.742
	Control	VLCD 4days/wk	12.5 ± 19.8	0.532	11.2 ± 15.6	0.479	22.3 ± 15.7	0.162	3.9 ± 14.0	0.781
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	8.2 ± 18.6	0.662	11.4 ± 14.7	0.441	-3.6 ± 14.7	0.809	-0.7 ± 13.1	0.957

ตารางที่ 57 มิติ 4 Role limitation due to emotional problems

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domain 4 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Domain 4 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domain 4 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	181.8 $\pm$ 38.0			250.0 $\pm$ 33.7			200.0 $\pm$ 33.7		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	227.3 $\pm$ 26.8	-45.4 $\pm$ 38.4	0.245	271.4 $\pm$ 23.8	-21.4 $\pm$ 34.1	0.533	257.1 $\pm$ 23.8	-57.1 $\pm$ 34.1	0.102
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	290.9 $\pm$ 21.7	-109.1 $\pm$ 38.3	0.007	228.6 $\pm$ 19.3	21.4 $\pm$ 34.0	0.532	292.9 $\pm$ 19.3	-92.8 $\pm$ 34.0	0.010
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	236.4 $\pm$ 21.9	-54.5 $\pm$ 40.7	0.189	250.0 $\pm$ 19.4	-2.8 $\pm$ 36.1	1.000	292.9 $\pm$ 19.4	-92.8 $\pm$ 36.1	0.014

ตารางที่ 58 มิติ 4 Role limitation due to emotional problems (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Domain 4	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	-68.2 ± 50.8	0.188	-44.2 ± 35.8	0.226	62.3 ± 29.0	0.039	-13.6 ± 29.3	0.644
	Control	VLCD 4days/wk	-18.2 ± 50.8	0.722	-29.9 ± 35.8	0.410	-1.9 ± 29.0	0.947	-56.5 ± 29.3	0.061
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	50.0 ± 47.6	0.301	14.3 ± 33.6	0.673	-64.3 ± 27.2	0.024	-42.9 ± 27.4	0.127

ตารางที่ 59 มิติ 5 Role limitation due to emotional well being

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domain 5 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Doamin 5 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domain 5 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	367.3 $\pm$ 22.9			381.4 $\pm$ 20.3			370.0 $\pm$ 20.3		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	392.7 $\pm$ 17.8	-25.5 $\pm$ 20.2	0.215	388.6 $\pm$ 15.8	-7.1 $\pm$ 17.9	0.692	401.4 $\pm$ 15.8	-31.4 $\pm$ 17.9	0.087
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	385.4 $\pm$ 18.4	-18.2 $\pm$ 28.3	0.524	384.3 $\pm$ 16.4	-2.9 $\pm$ 25.1	0.910	415.7 $\pm$ 16.4	-45.7 $\pm$ 25.1	0.076
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	369.1 $\pm$ 25.8	-1.8 $\pm$ 26.1	0.945	377.1 $\pm$ 22.9	4.3 $\pm$ 23.2	0.854	380.0 $\pm$ 22.9	-10.0 $\pm$ 23.2	0.669

ตารางที่ 60 มิติ 5 Role limitation due to emotional well being (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Doamin 5	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	-14.2 ± 30.5	0.646	4.2 ± 23.8	0.863	1.2 ± 24.7	0.962	-8.1 ± 34.5	0.817
	Control	VLCD 4days/wk	-2.7 ± 30.5	0.929	-8.7 ± 23.8	0.717	-30.3 ± 24.7	0.228	-10.9 ± 34.5	0.754
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	11.4 ± 28.6	0.692	-12.9 ± 22.4	0.569	-31.4 ± 23.1	0.183	-2.9 ± 32.4	0.930

ตารางที่ 61 มิติ 6 Role limitation due to social functioning

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domian 6 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Doamin 6 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domian 6 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	138.6 $\pm$ 13.3			144.6 $\pm$ 11.8			144.6 $\pm$ 11.8		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	152.3 $\pm$ 11.5	-13.6 $\pm$ 10.2	0.188	148.2 $\pm$ 10.2	-3.6 $\pm$ 9.0	0.694	137.5 $\pm$ 10.2	7.1 $\pm$ 9.0	0.433
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	161.4 $\pm$ 11.6	-22.7 $\pm$ 15.9	0.162	150.0 $\pm$ 10.3	-5.4 $\pm$ 14.1	0.707	157.1 $\pm$ 10.3	-12.5 $\pm$ 14.1	0.382
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	154.5 $\pm$ 12.1	-15.9 $\pm$ 17.8	0.377	166.1 $\pm$ 10.7	-21.4 $\pm$ 15.8	0.183	150.0 $\pm$ 10.7	-5.4 $\pm$ 15.8	0.736

ตารางที่ 62 มิติ 6 Role limitation due to social functioning (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Doamin 6	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	-6.0 ± 17.7	0.737	4.1 ± 15.3	0.793	11.4 ± 15.5	0.469	-11.5 ± 16.2	0.481
	Control	VLCD 4days/wk	-6.0 ± 17.7	0.737	14.8 ± 15.3	0.342	4.2 ± 15.5	0.787	4.5 ± 16.2	0.780
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	0.0 ± 16.6	1.000	10.7 ± 14.4	0.461	-7.1 ± 14.6	0.627	16.1 ± 15.2	0.297

ตารางที่ 63 มิติ 7 Role limitation due to health change

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domain 7 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Domain 7 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domain 7 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	43.2 $\pm$ 8.2			46.4 $\pm$ 7.3			48.2 $\pm$ 7.3		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	47.7 $\pm$ 7.1	-4.5 $\pm$ 8.3	0.585	57.1 $\pm$ 6.3	-10.7 $\pm$ 7.3	0.152	72.5 $\pm$ 6.3	-24.3 $\pm$ 7.3	0.002
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	68.2 $\pm$ 6.6	-25.0 $\pm$ 9.9	0.016	69.6 $\pm$ 5.9	-23.2 $\pm$ 8.8	0.012	85.7 $\pm$ 5.9	-37.5 $\pm$ 8.8	0.000
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	68.2 $\pm$ 6.6	-25.0 $\pm$ 10.7	0.025	67.9 $\pm$ 5.8	-21.4 $\pm$ 9.5	0.030	80.4 $\pm$ 5.8	-32.1 $\pm$ 9.5	0.002

ตารางที่ 64 มิติ 7 Role limitation due to health change (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Domain 7	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	-3.2 ± 11.0	0.769	-9.4 ± 9.5	0.328	-1.5 ± 8.9	0.870	0.3 ± 8.8	0.971
	Control	VLCD 4days/wk	-5.0 ± 11.0	0.650	-24.8 ± 9.5	0.013	-17.5 ± 8.9	0.056	-12.2 ± 8.8	0.174
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	-1.8 ± 10.3	0.863	-15.3 ± 8.9	0.093	-16.1 ± 8.3	0.062	-12.5 ± 8.2	0.138

ตารางที่ 65 มิติ 8 Role limitation due to energy fatigue

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domain 8 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Doamin 8 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domain 8 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	243.6 $\pm$ 17.3			268.6 $\pm$ 15.4			245.7 $\pm$ 15.4		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	254.5 $\pm$ 14.5	-10.9 $\pm$ 15.5	0.486	285.7 $\pm$ 12.9	-17.1 $\pm$ 13.7	0.220	264.3 $\pm$ 12.9	-18.6 $\pm$ 13.7	0.184
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	263.6 $\pm$ 16.2	-20.0 $\pm$ 20.7	0.340	284.3 $\pm$ 14.4	-15.7 $\pm$ 18.3	0.397	275.7 $\pm$ 14.4	-30.0 $\pm$ 18.3	0.111
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	260.0 $\pm$ 18.1	-16.4 $\pm$ 19.0	0.394	278.6 $\pm$ 16.0	-10.0 $\pm$ 16.8	0.556	268.6 $\pm$ 16.0	-22.9 $\pm$ 16.8	0.183

ตารางที่ 66 มิติ 8 Role limitation due to energy fatigue (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Doamin 8	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	-24.9 ± 23.2	0.289	-31.2 ± 19.4	0.117	-20.6 ± 21.7	0.347	-18.6 ± 24.2	0.448
	Control	VLCD 4days/wk	-2.1 ± 23.2	0.929	-9.7 ± 19.4	0.619	-12.1 ± 21.7	0.581	-8.6 ± 24.2	0.725
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	22.9 ± 21.7	0.300	21.4 ± 18.2	0.248	8.6 ± 20.3	0.676	10.0 ± 22.7	0.662

ตารางที่ 67 มิติ 9 Role limitation due to general health

	Control			VLCD 2 days/wk			VLCD 4 days/wk		
Time n=13	Domian 9 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Domian 9 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	Domain 9 Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	227.3 $\pm$ 31.5			287.5 $\pm$ 27.9			253.6 $\pm$ 27.9		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่2	263.6 $\pm$ 169.5	-36.4 $\pm$ 166.1	0.828	546.7 $\pm$ 150.2	-259.2 $\pm$ 147.2	0.087	280.4 $\pm$ 150.2	-26.8 $\pm$ 147.2	0.857
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10	288.9 $\pm$ 25.8	-61.6 $\pm$ 31.2	0.056	301.8 $\pm$ 22.8	-14.3 $\pm$ 27.7	0.609	346.4 $\pm$ 22.8	-92.9 $\pm$ 27.7	0.002
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	281.8 $\pm$ 25.9	-54.5 $\pm$ 33.7	0.115	326.8 $\pm$ 22.9	-39.3 $\pm$ 29.9	0.197	307.1 $\pm$ 22.9	-53.6 $\pm$ 29.9	0.082

ตารางที่ 68 มิติ 9 Role limitation due to general health (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter			Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่20	
Domain 9	Group	Group	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value	Mean difference ± SE	p-value
	Control	VLCD 2days/wk	-60.2 ± 42.1	0.161	-283.1 ± 226.5	0.219	-12.9 ± 34.4	0.711	-45.0 ± 34.6	0.202
	Control	VLCD 4days/wk	-26.3 ± 42.1	0.536	-16.7 ± 226.5	0.942	-57.5 ± 34.4	0.103	-25.3 ± 34.6	0.469
	VLCD 2days/wk	VLCD 4days/wk	33.9 ± 39.5	0.396	266.4 ± 212.4	0.218	-44.6 ± 32.3	0.175	19.6 ± 32.4	0.548

ตารางที่ 69 ภาวะดื้อต่ออินซูลิน

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	HOMA-IR Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	HOMA-IR Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	HOMA-IR Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	3.66 $\pm$ 1.14			4.31 $\pm$ 1.06			4.52 $\pm$ 1.06		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	3.47 $\pm$ 0.71	0.19 $\pm$ 1.03	0.853	2.24 $\pm$ 0.66	2.07 $\pm$ 0.97	0.037	2.55 $\pm$ 0.66	1.97 $\pm$ 0.95	0.045
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	3.05 $\pm$ 0.77	0.61 $\pm$ 1.00	0.546	2.57 $\pm$ 0.71	1.74 $\pm$ 0.93	0.069	2.54 $\pm$ 0.71	1.98 $\pm$ 0.93	0.040
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	3.47 $\pm$ 0.74	0.19 $\pm$ 0.94	0.837	2.48 $\pm$ 0.68	1.83 $\pm$ 0.86	0.041	2.39 $\pm$ 0.68	2.14 $\pm$ 0.87	0.018

ตารางที่ 70 ภาวะดื้อต่ออินซูลิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
HOMA-IR	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.65 $\pm$ 1.56	0.680	1.23 $\pm$ 0.96	0.211	4.8 $\pm$ 1.05	0.649	0.99 $\pm$ 1.01	0.331
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.86 $\pm$ 1.56	0.584	0.92 $\pm$ 0.96	0.346	0.51 $\pm$ 1.05	0.631	1.08 $\pm$ 1.01	0.289
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.21 $\pm$ 1.50	0.888	0.31 $\pm$ 0.93	0.743	0.03 $\pm$ 1.00	0.979	0.09 $\pm$ 0.97	0.924

ตารางที่ 71 ความไวต่ออินซูลิน

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	QUICKI Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	QUICKI Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE SD	p-value	QUICKI Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	0.34 $\pm$ 0.01			0.33 $\pm$ 0.01			0.34 $\pm$ 0.01		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	0.33 $\pm$ 0.01	0.01 $\pm$ 0.02	0.955	0.36 $\pm$ 0.01	0.03 $\pm$ 0.01	0.016	0.36 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.137
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	0.35 $\pm$ 0.01	0.01 $\pm$ 0.01	0.362	0.34 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.169	0.36 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.075
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	0.34 $\pm$ 0.01	0.01 $\pm$ 0.01	0.512	0.34 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.206	0.36 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.206

ตารางที่ 72 ความไวต่ออินซูลิน (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
QUICKI	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.01 $\pm$ 0.02	0.673	0.03 $\pm$ 0.02	0.115	0.003 $\pm$ 0.02	0.864	0.01 $\pm$ 0.02	0.943
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.01 $\pm$ 0.02	0.763	0.03 $\pm$ 0.02	0.115	0.02 $\pm$ 0.02	0.394	0.01 $\pm$ 0.02	0.473
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.01 $\pm$ 0.02	0.458	1.824E-16	0.999	0.02 $\pm$ 0.02	0.288	0.01 $\pm$ 0.02	0.413

ตารางที่ 73 Matsuda index (ความไวต่ออินซูลิน จากการทดสอบด้วยความทนทานต่อกลูโคส)

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	Matsuda index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Matsuda index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Matsuda index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	5.24 $\pm$ 0.96			4.94 $\pm$ 0.89			4.71 $\pm$ 0.89		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	4.78 $\pm$ 1.10	0.46 $\pm$ 1.14	0.688	6.45 $\pm$ 1.02	1.51 $\pm$ 1.06	0.162	6.90 $\pm$ 1.02	2.19 $\pm$ 1.06	0.046
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	5.39 $\pm$ 1.48	0.15 $\pm$ 1.18	0.899	5.37 $\pm$ 1.37	0.43 $\pm$ 1.09	0.694	7.83 $\pm$ 1.37	3.11 $\pm$ 1.09	0.007
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	6.22 $\pm$ 1.40	0.98 $\pm$ 1.17	0.406	6.24 $\pm$ 1.30	1.30 $\pm$ 1.08	0.237	6.46 $\pm$ 1.30	1.74 $\pm$ 1.08	0.115

ตารางที่ 74 Matsuda index (ความไวต่ออินซูลิน จากการทดสอบด้วยความทนทานต่อกลูโคส) (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Matsuda index	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.30 $\pm$ 1.31	0.820	1.67 $\pm$ 1.50	0.273	0.02 $\pm$ 2.01	0.993	0.02 $\pm$ 1.91	0.992
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.53 $\pm$ 1.31	0.689	2.12 $\pm$ 1.50	0.166	2.44 $\pm$ 2.01	0.234	0.24 $\pm$ 1.91	0.902
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.23 $\pm$ 1.26	0.858	0.45 $\pm$ 1.44	0.755	2.46 $\pm$ 1.94	0.213	0.22 $\pm$ 1.83	0.906

ตารางที่ 75 Insulinogenic index (อัตราส่วนของปริมาณอินซูลินในเลือดต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด)

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	Insulinogenic index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Insulinogenic index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Insulinogenic index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	0.07 $\pm$ 0.05			-0.06 $\pm$ 0.04			0.11 $\pm$ 0.04		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	0.10 $\pm$ 0.04	0.03 $\pm$ 0.05	0.541	0.06 $\pm$ 0.04	0.12 $\pm$ 0.05	0.022	0.06 $\pm$ 0.04	0.05 $\pm$ 0.05	0.331
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	0.14 $\pm$ 0.06	0.07 $\pm$ 0.08	0.351	0.08 $\pm$ 0.05	0.14 $\pm$ 0.07	0.051	0.18 $\pm$ 0.05	0.07 $\pm$ 0.07	0.310
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	0.10 $\pm$ 0.06	0.04 $\pm$ 0.08	0.658	0.06 $\pm$ 0.06	0.12 $\pm$ 0.07	0.108	0.21 $\pm$ 0.06	0.10 $\pm$ 0.07	0.189

ตารางที่ 76 Insulinogenic index (อัตราส่วนของปริมาณอินซูลินในเลือดต่อปริมาณน้ำตาลในเลือด) (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Insulinogenic index	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.13 $\pm$ 0.06	0.051	0.04 $\pm$ 0.05	0.433	0.06 $\pm$ 0.08	0.466	0.04 $\pm$ 0.08	0.592
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.04 $\pm$ 0.06	0.514	0.04 $\pm$ 0.05	0.449	0.04 $\pm$ 0.08	0.598	0.10 $\pm$ 0.08	0.207
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.17 $\pm$ 0.06	0.008	0.001 $\pm$ 0.05	0.978	0.10 $\pm$ 0.08	0.195	0.15 $\pm$ 0.08	0.065

ตารางที่ 77 Disposition index (การวัดปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างความไวของเบต้าเซลล์ และความไวต่ออินซูลิน)

	Control			Intermittent VLCD 2 days/wk			Intermittent VLCD 4 days/wk		
Time	Disposition index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Disposition index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Disposition index Mean $\pm$ SE	Mean difference $\pm$ SE	p-value
ก่อนการศึกษา	0.44 $\pm$ 0.11			0.16 $\pm$ 0.14			0.36 $\pm$ 0.10		
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2	0.47 $\pm$ 0.14	0.03 $\pm$ 0.14	0.811	0.59 $\pm$ 0.13	0.43 $\pm$ 0.13	0.002	0.32 $\pm$ 0.13	0.04 $\pm$ 0.13	0.746
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10	0.47 $\pm$ 0.35	0.03 $\pm$ 0.37	0.938	0.48 $\pm$ 0.33	0.33 $\pm$ 0.35	0.352	1.03 $\pm$ 0.33	0.67 $\pm$ 0.35	0.060
หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	0.51 $\pm$ 0.23	0.07 $\pm$ 0.24	0.765	0.33 $\pm$ 0.21	0.17 $\pm$ 0.22	0.434	1.00 $\pm$ 0.21	0.64 $\pm$ 0.22	0.006

ตารางที่ 78 Disposition index (การวัดปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างความไวของเบต้าเซลล์ และความไวต่ออินซูลิน) (เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม)

Para meter		Baseline		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 2		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 10		หลังการศึกษาสัปดาห์ที่ 20	
	Group	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value	Mean difference $\pm$ SE	p-value
Disposition index	Control vs. VLCD 2 days/wk	0.30 $\pm$ 0.15	0.073	0.11 $\pm$ 0.19	0.549	0.02 $\pm$ 0.50	0.974	0.18 $\pm$ 0.32	0.574
	Control vs. VLCD 4 days/wk	0.08 $\pm$ 0.15	0.616	0.16 $\pm$ 0.19	0.419	0.57 $\pm$ 0.50	0.249	0.49 $\pm$ 0.32	0.124
	VLCD 2 days/wk vs. VLCD 4 days/wk	0.20 $\pm$ 0.15	0.172	0.27 $\pm$ 0.18	0.147	0.55 $\pm$ 0.46	0.244	0.67 $\pm$ 0.30	0.032

ตารางที่ 79 ผลการศึกษาารวมทั้งหมด กลุ่มควบคุม

n=12	Baseline	10 Week		20 Week	
		Mean ± SE	p-value	Mean ± SE	p-value
FPG (mg/dL)	145.1 ± 14.0	140.6 ± 9.2	0.728	137.2 ± 10.7	0.561
2 hr PPG (mg/dL)	306.7 ± 26.4	291.0 ± 24.8	0.541	317.3 ± 22.5	0.650
HbA _{1c} (%)	6.9 ± 0.3	6.7 ± 0.3	0.497	6.9 ± 0.3	0.862
TC (mg/dL)	188.8 ± 12.5	187.6 ± 11.0	0.918	200.0 ± 12.4	0.413
Triglyceride (mg/dL)	148.2 ± 18.2	134.7 ± 21.0	0.468	132.7 ± 13.4	0.325
HDL-C (mg/dL)	50.3 ± 2.4	50.2 ± 2.5	0.923	51.8 ± 2.5	0.507
LDL-C (mg/dL)	118.1 ± 11.8	115.0 ± 11.0	0.790	127.1 ± 11.6	0.483
AST (U/L)	21.7 ± 3.0	19.4 ± 2.6	0.519	19.1 ± 2.7	0.430
ALT (U/L)	24.5 ± 3.9	19.0 ± 2.3	0.106	20.3 ± 2.2	0.264
ALP (IU/L)	72.0 ± 6.5	65.2 ± 6.6	0.170	65.8 ± 6.0	0.135
Albumin (g/dL)	4.4 ± 0.1	4.5 ± 0.1	0.105	4.5 ± 0.1	0.394
Cr (mg/dL)	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.857	0.6 ± 0.1	0.437
SBP (mmHg)	140.4 ± 5.5	133.4 ± 5.0	0.188	125.5 ± 4.0	0.005*
DBP (mmHg)	80.0 ± 4.3	78.0 ± 3.4	0.647	73.8 ± 3.3	0.163
Body weight (kg)	73.6 ± 6.0	68.7 ± 5.6	<0.001*	68.7 ± 5.7	0.002*
BMI (kg/m ²)	29.1 ± 1.7	27.2 ± 1.6	<0.001*	27.1 ± 1.6	<0.001*
WC (cm)	93.3 ± 3.9	87.7 ± 4.0	0.002*	85.2 ± 4.0	<0.001*
%Fat (%)	36.0 ± 2.2	33.5 ± 2.5	0.002*	33.2 ± 3.0	0.195
Fat mass (kg)	26.4 ± 3.3	23.0 ± 3.2	<0.001*	22.6 ± 3.2	0.001*
FFM (kg)	47.2 ± 3.8	45.7 ± 3.5	0.007*	46.1 ± 4.0	0.572
Muscle mass (kg)	44.9 ± 3.6	43.5 ± 3.4	0.008*	44.1 ± 3.4	0.156
TBW (kg)	46.9 ± 2.0	48.7 ± 1.8	0.211	48.3 ± 1.8	0.363
Quality of Life	2563 ± 163	2730 ± 116	0.299	2684 ± 127	0.485
HOMA-IR	3.66 ± 1.14	3.05 ± 0.77	0.546	3.47 ± 0.74	0.837
QUICKI	0.34 ± 0.01	0.35 ± 0.01	0.362	0.34 ± 0.01	0.512
Matsuda index	5.24 ± 0.96	5.39 ± 1.48	0.899	6.22 ± 1.40	0.406
Insulinogenic index	0.07 ± 0.05	0.14 ± 0.06	0.351	0.10 ± 0.06	0.658
Disposition index	0.44 ± 0.11	0.47 ± 0.35	0.938	0.51 ± 0.23	0.765

* P-value <0.05

ตารางที่ 80 ผลการศึกษารวมทั้งหมด กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 2 วันต่อสัปดาห์

n=14	Baseline	10 Week		20 Week	
		Mean $\pm$ SE	p-value	Mean $\pm$ SE	p-value
FPG (mg/dL)	156.0 $\pm$ 13.0	134.3 $\pm$ 8.5	0.075	130.9 $\pm$ 9.9	0.051
2 hr PPG (mg/dL)	318.2 $\pm$ 24.4	266.4 $\pm$ 23.0	0.033*	256.3 $\pm$ 20.8	0.007*
HbA _{1c} (%)	7.5 $\pm$ 0.3	6.7 $\pm$ 0.2	0.010*	6.8 $\pm$ 0.2	0.042*
TC (mg/dL)	181.1 $\pm$ 11.5	184.9 $\pm$ 10.2	0.742	191.2 $\pm$ 11.5	0.425
Triglyceride (mg/dL)	170.4 $\pm$ 16.9	131.6 $\pm$ 19.4	0.029*	126.9 $\pm$ 12.4	0.005*
HDL-C (mg/dL)	51.4 $\pm$ 2.3	50.1 $\pm$ 2.3	0.421	50.4 $\pm$ 2.3	0.657
LDL-C (mg/dL)	104.6 $\pm$ 10.9	115.6 $\pm$ 10.2	0.514	120.2 $\pm$ 10.7	0.191
AST (U/L)	19.6 $\pm$ 2.8	16.4 $\pm$ 2.5	0.349	18.8 $\pm$ 2.5	0.801
ALT (U/L)	19.5 $\pm$ 3.6	15.1 $\pm$ 2.1	0.164	13.7 $\pm$ 2.1	0.104
ALP (IU/L)	67.4 $\pm$ 6.0	63.0 $\pm$ 6.1	0.341	63.7 $\pm$ 5.5	0.342
Albumin (g/dL)	4.3 $\pm$ 0.1	4.4 $\pm$ 0.1	0.646	4.4 $\pm$ 0.1	0.368
Cr (mg/dL)	0.7 $\pm$ 0.04	0.6 $\pm$ 0.04	0.129	0.6 $\pm$ 0.04	0.101
SBP (mmHg)	122.9 $\pm$ 5.1	128.3 $\pm$ 4.6	0.275	121.7 $\pm$ 3.7	0.794
DBP (mmHg)	74.9 $\pm$ 4.0	79.2 $\pm$ 3.2	0.341	75.0 $\pm$ 3.0	0.973
Body weight (kg)	77.2 $\pm$ 5.5	71.7 $\pm$ 5.1	<0.001*	71.7 $\pm$ 5.2	<0.001*
BMI (kg/m ²)	29.9 $\pm$ 1.6	27.7 $\pm$ 1.5	<0.001*	27.7 $\pm$ 1.5	0.001*
WC (cm)	94.8 $\pm$ 3.6	86.9 $\pm$ 3.7	<0.001*	86.4 $\pm$ 3.7	<0.001*
%Fat (%)	37.7 $\pm$ 2.0	35.3 $\pm$ 2.3	0.001*	34.4 $\pm$ 2.8	0.105
Fat mass (kg)	29.7 $\pm$ 3.1	25.7 $\pm$ 3.0	<0.001*	25.2 $\pm$ 3.0	<0.001*
FFM (kg)	47.5 $\pm$ 3.5	46.0 $\pm$ 3.3	0.005*	46.5 $\pm$ 3.7	0.603
Muscle mass (kg)	45.5 $\pm$ 3.4	43.8 $\pm$ 3.1	0.001*	44.3 $\pm$ 3.2	0.031*
TBW (kg)	45.6 $\pm$ 1.8	47.4 $\pm$ 1.7	0.167	48.0 $\pm$ 1.7	0.093
Quality of Life	2544 $\pm$ 151	2785 $\pm$ 107	0.025*	2757 $\pm$ 118	0.055
HOMA-IR	4.31 $\pm$ 1.06	2.57 $\pm$ 0.71	0.069	2.48 $\pm$ 0.68	0.041*
QUICKI	0.33 $\pm$ 0.01	0.34 $\pm$ 0.01	0.169	0.34 $\pm$ 0.01	0.206
Matsuda index	4.94 $\pm$ 0.89	5.37 $\pm$ 1.37	0.694	6.24 $\pm$ 1.30	0.237
Insulinogenic index	-0.06 $\pm$ 0.04	0.08 $\pm$ 0.05	0.051	0.06 $\pm$ 0.06	0.108
Disposition index	0.16 $\pm$ 0.10	0.48 $\pm$ 0.33	0.352	0.33 $\pm$ 0.21	0.434

* P-value <0.05

ตารางที่ 81 ผลการศึกษาทั้งหมด กลุ่มที่ได้รับการจำกัดพลังงานในอาหารแบบเว้นระยะ 4 วันต่อสัปดาห์

n=14	Baseline	10 Week		20 Week	
		Mean $\pm$ SE	p-value	Mean $\pm$ SE	p-value
FPG (mg/dL)	159.6 $\pm$ 12.8	107.9 $\pm$ 8.5	<0.001*	119.9 $\pm$ 9.9	0.003*
2 hr PPG (mg/dL)	349.2 $\pm$ 24.4	225.3 $\pm$ 23.0	<0.001*	235.9 $\pm$ 20.8	<0.001*
HbA _{1c} (%)	7.7 $\pm$ 0.3	6.4 $\pm$ 0.2	<0.001*	6.4 $\pm$ 0.3	<0.001*
TC (mg/dL)	201.5 $\pm$ 11.5	195.2 $\pm$ 10.2	0.577	205.1 $\pm$ 11.5	0.772
Triglyceride (mg/dL)	139.3 $\pm$ 16.9	101.8 $\pm$ 19.4	0.035*	97.8 $\pm$ 12.4	0.007*
HDL-C (mg/dL)	43.7 $\pm$ 2.2	44.0 $\pm$ 2.3	0.857	46.1 $\pm$ 2.3	0.249
LDL-C (mg/dL)	135.2 $\pm$ 10.9	133.6 $\pm$ 10.2	0.883	149.3 $\pm$ 10.7	0.463
AST (U/L)	31.1 $\pm$ 2.8	22.3 $\pm$ 2.5	0.012*	9.3 $\pm$ 3.1	0.005*
ALT (U/L)	32.9 $\pm$ 3.6	23.5 $\pm$ 2.1	0.004*	24.6 $\pm$ 2.1	0.022*
ALP (IU/L)	71.6 $\pm$ 6.0	70.4 $\pm$ 6.1	0.802	65.1 $\pm$ 5.5	0.098
Albumin (g/dL)	4.3 $\pm$ 0.1	4.3 $\pm$ 0.1	0.730	4.2 $\pm$ 0.1	0.024*
Cr (mg/dL)	0.7 $\pm$ 0.04	0.7 $\pm$ 0.04	0.333	0.7 $\pm$ 0.04	0.518
SBP (mmHg)	140.9 $\pm$ 5.1	127.4 $\pm$ 4.6	0.008*	131.1 $\pm$ 3.7	0.042*
DBP (mmHg)	85.6 $\pm$ 4.0	74.7 $\pm$ 3.2	0.021*	81.9 $\pm$ 3.0	0.377
Body weight (kg)	82.9 $\pm$ 5.5	76.1 $\pm$ 5.1	<0.001*	74.3 $\pm$ 5.2	<0.001*
BMI (kg/m ²)	31.0 $\pm$ 1.6	28.0 $\pm$ 1.5	<0.001*	27.4 $\pm$ 1.5	<0.001*
WC (cm)	96.2 $\pm$ 3.8	91.6 $\pm$ 3.8	0.007*	87.4 $\pm$ 3.8	<0.001*
%Fat (%)	32.1 $\pm$ 2.0	28.7 $\pm$ 2.3	<0.001*	30.6 $\pm$ 2.8	0.445
Fat mass (kg)	27.9 $\pm$ 3.1	23.4 $\pm$ 3.0	<0.001*	22.4 $\pm$ 3.0	<0.001*
FFM (kg)	55.1 $\pm$ 3.5	52.7 $\pm$ 3.3	<0.001*	49.8 $\pm$ 3.7	0.007*
Muscle mass (kg)	52.4 $\pm$ 3.4	50.3 $\pm$ 3.1	<0.001*	50.2 $\pm$ 3.2	<0.001*
TBW (kg)	47.8 $\pm$ 1.8	52.3 $\pm$ 1.7	0.002*	53.2 $\pm$ 1.4	<0.001*
Quality of Life	2082 $\pm$ 151	2866 $\pm$ 107	<0.001*	2697 $\pm$ 118	<0.001*
HOMA-IR	4.52 $\pm$ 1.06	2.54 $\pm$ 0.71	0.040*	2.39 $\pm$ 0.68	0.018*
QUICKI	0.34 $\pm$ 0.01	0.36 $\pm$ 0.01	0.075	0.36 $\pm$ 0.01	0.206
Matsuda index	4.71 $\pm$ 0.89	7.83 $\pm$ 1.37	0.007*	6.46 $\pm$ 1.30	0.115
Insulinogenic index	0.11 $\pm$ 0.04	0.18 $\pm$ 0.05	0.310	0.21 $\pm$ 0.06	0.189
Disposition index	0.36 $\pm$ 0.10	1.03 $\pm$ 0.33	0.060	1.00 $\pm$ 0.21	0.006*

* P-value <0.05

บรรณานุกรม

1. Wagner KH, Brath H. A global view on the development of non communicable diseases. Preventive medicine. 2012;54 Suppl:S38-41.
2. Low WY, Lee YK, Samy AL. Non-communicable diseases in the Asia-Pacific region: Prevalence, risk factors and community-based prevention. International journal of occupational medicine and environmental health. 2015;28(1):20-6.
3. สำนักโรคไม่ติดต่อ ข้อมูลโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง [Available from: <http://www.thaincd.com/information-statistic/non-communicable-disease-data.php>.
4. อมรา ทองหงษ์. รายงานการเฝ้าระวังโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง พศ. 2555. In: กระทรวงสาธารณสุข สก, editor.
5. Leowski J, Krishnan A. Capacity to control noncommunicable diseases in the countries of South-East Asia. Health policy. 2009;92(1):43-8.
6. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J, Group IDFETFC. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. Lancet. 2005;366(9491):1059-62.
7. Jitnarin N, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Boonpraderm A, Haddock CK, Poston WS. Prevalence of overweight and obesity in Thai population: results of the National Thai Food Consumption Survey. Eating and weight disorders : EWD. 2011;16(4):e242-9.
8. Aekplakorn W, Chongsuvivatwong V, Tatsanavivat P, Suriyawongpaisal P. Prevalence of metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation and National Cholesterol Education Program criteria among Thai adults. Asia-Pacific journal of public health / Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health. 2011;23(5):792-800.
9. เอกพลากร ว. ระบาดวิทยาของภาวะอ้วนและอ้วนลงพุงในประเทศไทย.
10. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Despres JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. Progress in cardiovascular diseases. 2014;56(4):369-81.
11. DeFronzo RA. Insulin resistance, lipotoxicity, type 2 diabetes and atherosclerosis: the missing links. The Claude Bernard Lecture 2009. Diabetologia. 2010;53(7):1270-87.

12. Aekplakorn W, Chariyalertsak S, Kessomboon P, Sangthong R, Inthawong R, Putwatana P, et al. Prevalence and management of diabetes and metabolic risk factors in Thai adults: the Thai National Health Examination Survey IV, 2009. *Diabetes care*. 2011;34(9):1980-5.
13. Defronzo RA. Banting Lecture. From the triumvirate to the ominous octet: a new paradigm for the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Diabetes*. 2009;58(4):773-95.
14. Amatruda JM, Richeson JF, Welle SL, Brodows RG, Lockwood DH. The safety and efficacy of a controlled low-energy ('very-low-calorie') diet in the treatment of non-insulin-dependent diabetes and obesity. *Archives of internal medicine*. 1988;148(4):873-7.
15. Skrha J, Kunesova M, Hilgertova J, Weiserova H, Krizova J, Kotrlikova E. Short-term very low calorie diet reduces oxidative stress in obese type 2 diabetic patients. *Physiological research / Academia Scientiarum Bohemoslovaca*. 2005;54(1):33-9.
16. Wadden TA, Stunkard AJ, Brownell KD. Very low calorie diets: their efficacy, safety, and future. *Ann Intern Med*. 1983;99(5):675-84.
17. Henry RR, Gumbiner B. Benefits and limitations of very-low-calorie diet therapy in obese NIDDM. *Diabetes Care*. 1991;14(9):802-23.
18. Baker S, Jerums G, Proietto J. Effects and clinical potential of very-low-calorie diets (VLCDs) in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2009;85(3):235-42.
19. Umphonsathien M PP, Aiam-o-ran J, Thararoop T, Karin A, Kanjanapha C, Sullivan T, Jiamjarasrangi W, Khovidhunkit W. . Remission of diabetes mellitus and improvement in metabolic parameters after an outpatient very low calorie diet. Manuscript in preparation.
20. Dhindsa P, Scott AR, Donnelly R. Metabolic and cardiovascular effects of very-low-calorie diet therapy in obese patients with Type 2 diabetes in secondary failure: outcomes after 1 year. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*. 2003;20(4):319-24.
21. Wing RR, Marcus MD, Salata R, Epstein LH, Miasiewicz S, Blair EH. Effects of a very-low-calorie diet on long-term glycemic control in obese type 2 diabetic subjects. *Archives of internal medicine*. 1991;151(7):1334-40.

22. Tsai AG, Wadden TA. The evolution of very-low-calorie diets: an update and meta-analysis. *Obesity*. 2006;14(8):1283-93.
23. Heilbronn LK, Civitarese AE, Bogacka I, Smith SR, Hulver M, Ravussin E. Glucose tolerance and skeletal muscle gene expression in response to alternate day fasting. *Obesity research*. 2005;13(3):574-81.
24. Tremblay A, Chaput JP. Adaptive reduction in thermogenesis and resistance to lose fat in obese men. *The British journal of nutrition*. 2009;102(4):488-92.
25. Arguin H, Dionne IJ, Senechal M, Bouchard DR, Carpentier AC, Ardilouze JL, et al. Short- and long-term effects of continuous versus intermittent restrictive diet approaches on body composition and the metabolic profile in overweight and obese postmenopausal women: a pilot study. *Menopause*. 2012;19(8):870-6.
26. Anderson JW, Reynolds LR, Bush HM, Rinsky JL, Washnock C. Effect of a behavioral/nutritional intervention program on weight loss in obese adults: a randomized controlled trial. *Postgraduate medicine*. 2011;123(5):205-13.
27. Anton SD, Gallagher J, Carey VJ, Laranjo N, Cheng J, Champagne CM, et al. Diet type and changes in food cravings following weight loss: findings from the POUNDS LOST Trial. *Eating and weight disorders : EWD*. 2012;17(2):e101-8.
28. Das SK, Saltzman E, Gilhooly CH, DeLany JP, Golden JK, Pittas AG, et al. Low or moderate dietary energy restriction for long-term weight loss: what works best? *Obesity*. 2009;17(11):2019-24.
29. Handelsman Y, Bloomgarden ZT, Grunberger G, Umpierrez G, Zimmerman RS, Bailey TS, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology - Clinical Practice Guidelines for Developing a Diabetes Mellitus Comprehensive Care Plan - 2015. *Endocrine practice : official journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*. 2015;21 Suppl 1:1-87.
30. Wadden TA, Foster GD, Letizia KA. One-year behavioral treatment of obesity: comparison of moderate and severe caloric restriction and the effects of weight maintenance therapy. *Journal of consulting and clinical psychology*. 1994;62(1):165-71.

31. Wadden TA, Stunkard AJ, Liebschutz J. Three-year follow-up of the treatment of obesity by very low calorie diet, behavior therapy, and their combination. *Journal of consulting and clinical psychology*. 1988;56(6):925-8.
32. Wadden TA, Van Itallie TB, Blackburn GL. Responsible and irresponsible use of very-low-calorie diets in the treatment of obesity. *Jama*. 1990;263(1):83-5.
33. Henry RR, Wiest-Kent TA, Scheaffer L, Kolterman OG, Olefsky JM. Metabolic consequences of very-low-calorie diet therapy in obese non-insulin-dependent diabetic and nondiabetic subjects. *Diabetes*. 1986;35(2):155-64.
34. Capstick F, Brooks BA, Burns CM, Zilkens RR, Steinbeck KS, Yue DK. Very low calorie diet (VLCD): a useful alternative in the treatment of the obese NIDDM patient. *Diabetes Res Clin Pract*. 1997;36(2):105-11.
35. Lim EL, Hollingsworth KG, Aribisala BS, Chen MJ, Mathers JC, Taylor R. Reversal of type 2 diabetes: normalisation of beta cell function in association with decreased pancreas and liver triacylglycerol. *Diabetologia*. 2011;54(10):2506-14.
36. Malandrucco I, Pasqualetti P, Giordani I, Manfellotto D, De Marco F, Alegiani F, et al. Very-low-calorie diet: a quick therapeutic tool to improve beta cell function in morbidly obese patients with type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2012;95(3):609-13.
37. Rossner S. Intermittent vs continuous VLCD therapy in obesity treatment. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity*. 1998;22(2):190-2.
38. Heilbronn LK, Smith SR, Martin CK, Anton SD, Ravussin E. Alternate-day fasting in nonobese subjects: effects on body weight, body composition, and energy metabolism. *The American journal of clinical nutrition*. 2005;81(1):69-73.
39. Varady KA, Bhutani S, Church EC, Klempel MC. Short-term modified alternate-day fasting: a novel dietary strategy for weight loss and cardioprotection in obese adults. *The American journal of clinical nutrition*. 2009;90(5):1138-43.
40. Klempel MC, Bhutani S, Fitzgibbon M, Freels S, Varady KA. Dietary and physical activity adaptations to alternate day modified fasting: implications for optimal weight loss. *Nutrition journal*. 2010;9:35.
41. Harvie MN, Pegington M, Mattson MP, Frystyk J, Dillon B, Evans G, et al. The effects of intermittent or continuous energy restriction on weight loss and metabolic

disease risk markers: a randomized trial in young overweight women. *International journal of obesity*. 2011;35(5):714-27.

42. Kelley DE, Wing R, Buonocore C, Sturis J, Polonsky K, Fitzsimmons M. Relative effects of calorie restriction and weight loss in noninsulin-dependent diabetes mellitus. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 1993;77(5):1287-93.

43. Wing RR, Blair E, Marcus M, Epstein LH, Harvey J. Year-long weight loss treatment for obese patients with type II diabetes: does including an intermittent very-low-calorie diet improve outcome? *The American journal of medicine*. 1994;97(4):354-62.

44. Williams KV, Mullen ML, Kelley DE, Wing RR. The effect of short periods of caloric restriction on weight loss and glycemic control in type 2 diabetes. *Diabetes care*. 1998;21(1):2-8.

45. Kroeger CM, Klempel MC, Bhutani S, Trepanowski JF, Tangney CC, Varady KA. Improvement in coronary heart disease risk factors during an intermittent fasting/calorie restriction regimen: Relationship to adipokine modulations. *Nutrition & metabolism*. 2012;9(1):98.

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นาย วีรพันธุ์ โชวิฑูรกิจ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Weerapan Khovidhunkit
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1005-02724-16-5
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ศาสตราจารย์นายแพทย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาต่อมไร้ท่อและเมตะบอลิซึม ภาควิชาอายุรศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ตึกสามัคคีพยาบาลชั้น 2 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
ถนนพระราม 4 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02-256-4101, 02-256-4296, 086-811-8875
โทรสาร 02-652-5347
E-mail : wkhovid@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

5.1 แพทยศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง เจริญทอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปี พ.ศ. 2535

5.2 American Board of Internal Medicine, Albert Einstein Medical Center
สหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2539

5.3 American Board of Endocrinology, Diabetes & Metabolism, University
of California at San Francisco สหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2542

5.4 Ph. D. (Biomedical Sciences), University of California at San Francisco
สหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2545

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

Diabetes mellitus, metabolic syndrome, obesity, lipid disorders, molecular
biology, genetics

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

7.1.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยเพื่อองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการ
ประยุกต์ใช้ทางคลินิกในคนไข้ที่มีภาวะโรคอ้วนและโรคเบาหวาน ทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี
พ.ศ. 2560

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย(ย้อนหลัง 5 ปี):

7.2.1 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมออสทีโอ
แคลซินและภาวะการดื้อต่ออินซูลินระหว่างการตั้งครรภ์ในประเทศไทย โดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดภาวะดื้อ
อินซูลิน” ทุนรัชดาภิเษกสมโภชคณะแพทยศาสตร์ ประจำปีพ.ศ. 2556

7.2.2 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “การหายของเบาหวาน การเปลี่ยนแปลงทางเม
ตาบอลิซึม และคุณภาพชีวิต หลังการจำกัดพลังงานในอาหารของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่
เป็นเบาหวานชนิดที่ 2” ทุนวิจัยแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยประจำปีพ.ศ. 2556

7.2.3 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องเรื่อง“การดำเนินโรคของเบาหวาน และคุณภาพชีวิต หลังการจำกัดพลังงานในอาหารของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2” ทุนวิจัยเพื่อการพัฒนาคุณภาพ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ประจำปีพ.ศ. 2556

7.2.4 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง“Genetic basis of extremely high levels of triglyceride” ทุนวิจัยกระจกอาชาสี ประจำปีพ.ศ. 2557

7.2.5 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง“การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมและหน้าที่ของยีนที่เกี่ยวข้องในคนไข้ที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงมาก” ทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีพ.ศ. 2557 และ 2558

7.2.6 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง“ระดับของโปรตีนแองจิโอโปตีนไลค์ทรินในคนไทยที่มีระดับไขมันเอชดีแอลสูง” ทุนรัชดาภิเษกสมโภชคณะแพทยศาสตร์ ประจำปีพ.ศ. 2558

7.2.7 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง“การค้นพบตำแหน่งใหม่ของยีนที่เกี่ยวข้องกับระดับเอชดีแอลสูงในกระแสเลือดในประชากรไทย” ทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีพ.ศ. 2559

7.2.8 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “ระดับของโปรตีนแองจิโอโปตีนไลค์เอทในคนไทยที่มีระดับไขมันเอชดีแอลสูง” ทุนรัชดาภิเษกสมโภช คณะแพทยศาสตร์ ประจำปีพ.ศ. 2559

7.2.9 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “ผลของอาหารพลังงานต่ำมากแบบมีเว้นระยะ ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลและปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดในคนไข้้วนที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2” ทุนเงินอุดหนุนวิจัย จากสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.) ประจำปี พ.ศ. 2559

7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว(ย้อนหลัง 5 ปี) :

7.3.1 Plengpanich W, Tongkobpetch S, Shotelersuk V, Le Goff W, **Khovidhunkit W**. Functional characterization of novel variants in the CETP promoter and the LIPC gene in subjects with hyperalphalipoproteinemia. *Clin Chim Acta*. 2013 Feb 1;416:92-5. ทุนงบประมาณแผ่นดิน ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภชคณะแพทยศาสตร์และทุนพัฒนานักวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

7.3.2 Scirica BM, Bhatt DL, Braunwald E, Steg PG, Davidson J, Hirshberg B, Ohman P, Frederich R, Wiviott SD, Hoffman EB, Cavender MA, Udell JA, Desai NR, Mosenzon O, McGuire DK, Ray KK, Leiter LA, Raz I; SAVOR-TIMI 53 Steering Committee and Investigators. Saxagliptin and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 2013 Oct 3;369(14):1317-26.

7.3.3: Unniachan S, Bash LD, **Khovidhunkit W**, Sri RZ, Vicaldo E, Recto C 2nd, Ambegaonkar BM. Prevalence of lipid abnormalities and attainment of normal lipid levels among patients with dyslipidaemia: a pooled analysis of observational studies from five Asian countries. *Int J Clin Pract*. 2014 Aug;68(8):1010-9.

7.3.4 El Khoury P, Plengpanich W, Frisdal E, Le Goff W, **Khovidhunkit W**, Guerin M. Improved plasma cholesterol efflux capacity from human macrophages in patients with hyperalphalipoproteinemia. *Atherosclerosis*. 2014 May;234(1):193-9. ทุนงบประมาณแผ่นดิน และทุนพัฒนานักวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

7.3.5 Plengpanich W, Young SG, **Khovidhunkit W**, Bensadoun A, Karnman H, Ploug M, Gårdsvoll H, Leung CS, Adeyo O, Larsson M, Muanpetch S,

Charoen S, Fong LG, Niramitmahapanya S, Beigneux AP. Multimerization of Glycosylphosphatidylinositol-anchored High Density Lipoprotein-binding Protein 1 (GPIHBP1) and Familial Chylomicronemia from a Serine-to-Cysteine Substitution in GPIHBP1 Ly6 Domain. *J Biol Chem*. 2014 Jul 11;289(28):19491-9. **ทุนงบประมาณแผ่นดิน และทุนวิจัยมูลนิธิกระจกเงา**

7.3.6 Raudaree P, Sarinnapakorn V, Pattanaungkul S, **Khovidhunkit W**, Tannirandorn P, Peerapatdit T. A prospective, longitudinal, multicenter, observational study to assess insulin treatment patterns in diabetic patients in Thailand: results from the TITAN Study. *J Med Assoc Thai*. 2014 Nov;97(11):1140-50.

7.3.7 Ngaosuwana K, Hounngam N, Limpisook P, Plengpanich W, **Khovidhunkit W**. Apolipoprotein A-V is not a major determinant of triglyceride levels during human sepsis. *J Crit Care*. 2015 Aug;30(4):727-31. **ทุนงบประมาณแผ่นดินและทุนวิจัย รัชดาภิเษกสมโภช คณะแพทยศาสตร์**

7.3.8 Avihingsanon A, Kerr SJ, Ramautarsing RA, Praditpornsilpa K, Sophonphan J, Ubolyam S, Avihingsanon Y, **Khovidhunkit W**, Hiransuthikul N, Ruxrungtham K. The Association of Gender, Age, Efavirenz Use, and Hypovitaminosis D Among HIV-Infected Adults Living in the Tropics. *AIDS Res Hum Retroviruses*. 2016 Apr;32(4):317-24.

7.3.9 Srichomkwun P, Hounngam N, Pasatrat S, Tharavanij T, Wattanachanya L, **Khovidhunkit W**. Undercarboxylated osteocalcin is associated with insulin resistance, but not adiponectin, during pregnancy. *Endocrine*. 2016 Jul;53(1):129-35. **ทุนงบประมาณแผ่นดินและทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภชคณะแพทยศาสตร์**

7.3.10 **Khovidhunkit W**, Charoen S, Kiateprungvej A, Chartyingcharoen P, Muanpetch S, Plengpanich W. Rare and common variants in LPL and APOA5 in Thai subjects with severe hypertriglyceridemia: A resequencing approach. *J Clin Lipidol*. 2016 May-Jun;10(3):505-511. **ทุนวิจัยกระจกเงาและทุนงบประมาณแผ่นดิน**

7.3.11 Beigneux AP, Miyashita K, Ploug M, Blom DJ, Ai M, Linton MF, **Khovidhunkit W**, Dufour R, Garg A, McMahon MA, Pullinger CR, Sandoval NP, Hu X, Allan CM, Larsson M, Machida T, Murakami M, Reue K, Tontonoz P, Goldberg IJ, Moulin P, Charrière S, Fong LG, Nakajima K, Young SG. Autoantibodies against GPIHBP1 as a Cause of Hypertriglyceridemia. *N Engl J Med*. 2017 Apr 27;376(17):1647-1658. **ทุนวิจัยกระจกเงาและทุนงบประมาณแผ่นดิน**

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

7.4.1 โครงการวิจัยเรื่อง “การจัดทำทะเบียนผู้ป่วย Familial hypercholesterolemia สำหรับการประยุกต์ใช้ในทางคลินิก ” **ทุนรัชดาภิเษกสมโภช คณะแพทยศาสตร์ ประจำปีพ.ศ. 2561**

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวมงคลธิดา อัมพลเสถียร
(ภาษาอังกฤษ) Miss Mongkontida Umphonsathien
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3100904009266
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักืารวจโทหญิง แพทย์หญิง
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
หน่วยต่อมไร้ท่อและเมตาบอลิซึม กลุ่มงานอายุรกรรมโรงพยาบาลตำรวจ
ถนนพระราม 1 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02-207-6000 ต่อ 6327
โทรสาร 02-652-5304
E-mail : muijai@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
 - 5.1 แพทยศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) โรงพยาบาลรามาธิบดี ปี พ.ศ. 2548
 - 5.2 แพทย์ประจำบ้าน สาขาอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี ปี พ.ศ. 2554
 - 5.3 แพทย์ประจำบ้านต่อยอด สาขาต่อมไร้ท่อและเมตาบอลิซึม คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ปี พ.ศ. 2558
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
Diabetes mellitus, metabolic syndrome, obesity
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ไม่มี
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย(ย้อนหลัง 5 ปี):
 - 7.2.1 หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “Remission of diabetes mellitus and improvement in metabolic parameters after an outpatient very low calorie diet” ทุนโครงการทุนวิจัยเพื่อการพัฒนาคุณภาพโรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย และทุนโครงการทุนวิจัยนายแพทย์ปราเสริฐปราสาททองโอสถ แพทยสมาคมแห่งประเทศไทยฯ
 - 7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว(ย้อนหลัง 5 ปี) :
 - 7.3.1 Early Initiation of Antiretroviral therapy in HIV/tuberculosis co-infection and Immune Reconstitution Inflammatory Syndrome. J INFECT DIS ANTIMICROB AGENTS: Jan-april 2011
 - 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:
 - 7.4.1 ไม่มี

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางกุลวดี บุญยทรัพย์ากร
(ภาษาอังกฤษ) Mrs Kunwdee Boonyasuppayakorn
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3100203443245
3. ตำแหน่งปัจจุบัน หัวหน้าฝ่ายโภชนวิทยา และโภชนะบำบัด
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
ฝ่ายโภชนวิทยาและโภชนบำบัดอาคารอุปกรณ์เวชกิจ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
สภากาชาดไทยถนนพระราม 4 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02-256-4000 ต่อ 92032 โทรสาร 02-256-4531
E-mail:kunwadee2499@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
 - 5.1 อนุปริญญา วิทยาลัยพยาบาล สภากาชาดไทย ปี พ.ศ. 2520
 - 5.2 วิทยาศาสตรบัณฑิต (โภชนวิทยา) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปี พ.ศ. 2525
 - 5.3 ประกาศนียบัตรบัณฑิต (โภชนบำบัด) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปี พ.ศ. 2536
 - 5.4 สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมโภชนการ) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปี พ.ศ. 2545
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
Nutrition, Diabetes mellitus, obesity
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ไม่มี
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย(ย้อนหลัง 5 ปี): ไม่มี
 - 7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว(ย้อนหลัง 5 ปี) :
 - 7.3.1 โครงการเรื่อง การศึกษาค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลตลอด 24 ชั่วโมงในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะไตวายเรื้อรังได้รับการล้างไตทางหน้าท้อง โดยใช้เครื่องตรวจน้ำตาลแบบต่อเนื่อง วิทยานิพนธ์ ของ พญ. สมพร วงศ์เราประเสริฐ ปี พ.ศ. 2550
 - 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ: ไม่มี