

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Articles

ประสิทธิผลของการรับประทานอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรตต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 การศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม Effectiveness of a Low-Carbohydrate Diet on Glycemic Control in Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial

พัลลภา อินทร์เลลา, พ.บ.*
Panlapar inlao, M.D.*

*กลุ่มงานอายุรกรรม โรงพยาบาลรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย 32130
*Department of medicine, Rattanaaburi Hospital, Surin Province, Thailand, 32130
Corresponding author, Email address; Panlapar21856@gmail.com
Received: 01 Jul 2025. Revised: 17 Sep 2025. Accepted: 01 Oct 2025.

บทคัดย่อ

- หลักการและเหตุผล** : โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดอย่างมีประสิทธิภาพเป็นปัจจัยสำคัญในการลดภาวะแทรกซ้อน การรับประทานอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต (Low-Carbohydrate Diet: LCD) อาจช่วยควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดได้
- วัตถุประสงค์** : เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรตต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ระดับไขมันในเลือดและการทำงานของไตในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2
- วิธีการศึกษา** : การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trial) โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 112 ราย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 56 ราย กลุ่มทดลองได้รับคำแนะนำการบริโภคอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต (<130 กรัมต่อวัน) เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับโปรแกรมสุขศึกษามาตรฐาน
- ผลการศึกษา** : หลังสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า ในกลุ่มทดลอง ระดับ HbA1c ลดลงจาก $7.4 \pm 0.95\%$ เป็น $7.0 \pm 1.15\%$ ($p=0.02$) และระดับไตรกลีเซอไรด์ (TG) ลดลงจาก 143.9 ± 70.56 เป็น 123.3 ± 75.97 mg/dL ($p<0.01$) นอกจากนี้ระดับคอเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol) ในกลุ่มทดลองลดลงจาก 172.3 ± 37.26 เป็น 163.9 ± 26.40 mg/dL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าสัดส่วนผู้ป่วยที่มี HbA1c <6.5% เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 19.6 เป็น ร้อยละ 41.1 ในกลุ่ม LCD ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม เมื่อปรับด้วย ANCOVA และ logistic regression โดยคำนึงถึงระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกตัวแปร
- สรุป** : อาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรตอาจช่วยส่งเสริมการควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในกลุ่มไตรกลีเซอไรด์ ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่ส่งผลเสียต่อการทำงานของไต อย่างไรก็ตาม เมื่อปรับค่าตัวแปรโดยคำนึงถึงระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน ไม่พบตัวแปรใดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- คำสำคัญ** : เบาหวานชนิดที่ 2 อาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

ABSTRACT

- Background** : Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a growing public health concern in Thailand. Effective glycemic control is essential to prevent complications. A low-carbohydrate diet (LCD) may help improve blood glucose and lipid levels.
- Objective** : To evaluate the effectiveness of a low-carbohydrate diet on glycemic control, lipid profile, and renal function among patients with T2DM.
- Methods** : This study was a randomized controlled trial with a total of 112 participants, divided into an intervention group and a control group (56 patients each). The intervention group received counseling on low-carbohydrate diet consumption (<130 g/day) for 24 weeks, while the control group received standard diabetes education.
- Results** : After 24 weeks, HbA1c decreased from $7.4 \pm 0.95\%$ to $7.0 \pm 1.15\%$ ($p=0.02$), triglycerides decreased from 143.9 ± 70.56 to 123.3 ± 75.97 mg/dL ($p<0.01$), and total cholesterol decreased from 172.3 ± 37.26 to 163.9 ± 26.40 mg/dL ($p<0.01$) in the intervention group. The proportion of patients achieving HbA1c <6.5% increased from 19.6% to 41.1% in the LCD group, while no change was observed in the control group. However, when adjusted by ANCOVA and logistic regression accounting for duration of diabetes, no statistically significant differences were found in any variables.
- Conclusion** : A low-carbohydrate diet may promote glycemic and triglyceride control in patients with type 2 diabetes mellitus within the intervention group without adverse effects on renal function. Nevertheless, when adjusted for diabetes duration, no statistically significant differences between groups were observed.
- Keywords** : Type 2 diabetes mellitus, low-carbohydrate diet, glycemic control.

หลักการและเหตุผล

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus; T2DM) นับเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่มีความสำคัญระดับประเทศ โดยมีแนวโน้มของความชุกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันมีสาเหตุสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตในสังคมปัจจุบัน ได้แก่ การบริโภคอาหารที่มีพลังงานสูง ภาวะน้ำหนักเกิน การขาดการออกกำลังกาย และพฤติกรรมเนือยนิ่ง (sedentary lifestyle) ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุข

ระบุว่า ประเทศไทยมีผู้ป่วยเบาหวานรายใหม่เพิ่มขึ้นกว่า 300,000 รายต่อปี และมีผู้ป่วยที่อยู่ในทะเบียนระบบสุขภาพมากกว่า 3.2 ล้านราย ส่งผลให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพสูงถึง 47,596 ล้านบาทต่อปี และหากนับรวมโรคไม่ติดต่อเรื้อรังอื่นๆ เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือดสมอง งบประมาณค่ารักษาพยาบาลจะสูงถึง 302,367 ล้านบาทต่อปี⁽¹⁾ ในภาคตะวันออก เฉียงเหนือ พบอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรด้วย

โรคเบาหวานมากที่สุดในประเทศ⁽²⁾ เช่น จังหวัดสุรินทร์ พบอัตราการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ถึงเป้าหมาย ($HbA1c \geq 7.5\%$) สูงถึงร้อยละ 65 ของผู้ป่วย

โรค T2DM จัดเป็นโรคเมตาบอลิกเรื้อรังที่มีลักษณะสำคัญคือ ภาวะดื้อต่ออินซูลินร่วมกับการหลั่งอินซูลินที่ไม่เพียงพอพบได้บ่อยในกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วน การจัดการโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จึงต้องการการดูแลแบบองค์รวม ซึ่งรวมถึงการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิต การช้ยาลดน้ำตาลในเลือด และการเฝ้าระวังภาวะแทรกซ้อน⁽³⁾

ระดับการลดคาร์โบไฮเดรต สามารถแบ่งออกเป็นหลายระดับ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตต่ำมาก (< 10 หรือ $20-50$ กรัมต่อวัน) คาร์โบไฮเดรตต่ำ (< 26 หรือ < 130 กรัมต่อวัน) ระดับปานกลาง (ร้อยละ 26-44) และระดับสูง (> 45) ของพลังงานรวมต่อวัน⁽⁴⁾ ซึ่งการลดปริมาณคาร์โบไฮเดรต Low-Carbohydrate Diet (LCD) จะช่วยลดภาระที่ตับอ่อนต้องผลิตอินซูลินและลดการสะสมไขมันในร่างกาย นอกจากนี้ยังส่งผลให้ระดับอินซูลินในเลือดลดลง ภาวะดื้อต่ออินซูลินและทำให้ร่างกายสามารถใช้พลังงานจากไขมันได้มากขึ้น ผ่านกระบวนการคีโตซิส⁽⁵⁾ ส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารและระดับฮีโมโกลบินเอวันซี ($HbA1c$) อีกทั้งยังช่วยลดความต้องการในการใช้ยาฉีดอินซูลินในผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยา อีกทั้งไขมันระดับไตรกลีเซอไรด์และน้ำหนักลดลง⁽⁶⁾ ผลการศึกษา meta-analysis ผลการศึกษาระดับ meta-analysis ยังสนับสนุนว่า LCD มีประสิทธิภาพในการลด $HbA1c$ ไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่ม HDL อย่างมีนัยสำคัญ แม้ไม่พบผลต่อ LDL และคอเลสเตอรอลรวมอย่างชัดเจน⁽⁷⁾

การศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมอาหารแบบคาร์โบไฮเดรตต่ำในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นทางเลือกใหม่ที่จะช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากโรคเบาหวาน การลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตอาจช่วยลดการพึ่งพายาลดน้ำตาลและส่งผลดีต่อสุขภาพโดยรวม โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรตต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดระดับไขมันในเลือดและการทำงานของไต ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย ใช้รูปแบบ Randomized Controlled Trial (RCT) แบบ Parallel Group กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างโดยวัดผล 2 ครั้งคือ ก่อนทดลองและหลังการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง (Low-Carb Group) ได้รับคำแนะนำให้ลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหาร (< 26) ของพลังงานต่อวัน หรือ < 130 กรัม/วัน) และกลุ่มควบคุม (Control Group) ได้รับโปรแกรมสุขศึกษามาตรฐานเกี่ยวกับการควบคุมอาหารแบบปกติสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรัตนบุรี ระหว่างเดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2568

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณขนาดตัวอย่าง For a randomized controlled trial two independent population proportion โดยใช้ค่าทางสถิติจากงานวิจัยก่อนหน้าของ Joshua Z Goldenberg และคณะ⁽⁸⁾ ผลการศึกษาพบว่า การรับประทานอาหารแบบคาร์โบไฮเดรตต่ำ (LCD) มีประสิทธิภาพในการทำให้โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เข้าสู่ภาวะสงบ ($HbA1c < 6.5\%$) ในช่วง 6 เดือนแรก โดยพบอัตราการเข้าสู่ภาวะสงบสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่รับประทานอาหารทั่วไป (ร้อยละ 57 เทียบกับร้อยละ 31) $Z(0.975) = 1.96$, $Z(0.8) = 0.84$, Proportion in group1 (p_1) = 0.57, Proportion in group2 (p_2) = 0.31, Ratio (r) = 1.0, $n_1 = 55.96$, Thus, sample size for group1 = 56, and group2 = 56 Sample size กลุ่มละ 56 ราย ดังนั้นการศึกษาคั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 112 ราย แบ่งกลุ่มทดลอง 56 ราย และกลุ่มควบคุม 56 ราย

การสุ่มตัวอย่าง การสุ่มแบบ Randomized Controlled Trial (RCT) ด้วย Random Block Design เป็นวิธีการสุ่มแบบมีกลุ่มย่อย (block) เพื่อให้มั่นใจว่าจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยในแต่ละกลุ่ม (ทดลองและควบคุม) มีความสมดุลในทุกช่วงของการสุ่ม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ สร้างลำดับการจัดกลุ่มใน block สำหรับ block size = 4

เกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ อายุ 18 ปีขึ้นไป ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 (T2DM) ผู้ป่วยที่ไม่ได้ปรับเปลี่ยนแผนการบริโภคหรือยาในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ผู้เข้าร่วมสามารถมาพบแพทย์หรือนักกำหนดอาหารตามที่กำหนด (เดือนละครั้ง) สามารถอ่าน เขียน หรือเข้าใจคำแนะนำในภาษาไทย ยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

เกณฑ์คัดออก ได้แก่ ผู้ที่มีโรคไตเรื้อรังขั้นรุนแรง (eGFR < 30 mL/min/1.73 m²) โรคตับเรื้อรัง (Cirrhosis) โรคเมร็งที่กำลงอยู่ในกระบวนการรักษา สตรีตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร ผู้ที่มีภาวะกลืนลำบาก (Dysphagia) หรือโรคที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมอาหารผิดปกติ ผู้ที่มีความผิดปกติทางจิตเวชรุนแรง การใช้ยาที่ส่งผลต่อการเผาผลาญน้ำตาล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นแบบสอบถามที่สอบถามลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โปรแกรมการลดบริโภค low carb

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. หากอาสาสมัครจับได้กลุ่มควบคุม ดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 อาสาสมัครมาพบแพทย์ตามนัด ครั้งที่ 1: สัปดาห์ที่ 1 ผู้วิจัยขอเก็บข้อมูลเบื้องต้นใช้เวลาประมาณ 30 นาทีโดยการสัมภาษณ์และทำแบบสอบถามความรู้เรื่องโลว์คาร์บ และเก็บข้อมูลพื้นฐาน เจาะเลือด

1.2 อาสาสมัครมาพบแพทย์ตามนัด ครั้งที่ 2-5 : การรักษาตามมาตรฐานการรักษา การติดตามผล

1.3 อาสาสมัครมาพบแพทย์ตามนัด ครั้งที่ 6 : สัปดาห์ที่ 24 โดยการสัมภาษณ์และ

ทำแบบสอบถามความรู้เรื่องโลว์คาร์บ เก็บข้อมูลพื้นฐาน เจาะเลือด

2. หากอาสาสมัครจับได้กลุ่มทดลอง ดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1 อาสาสมัครมาพบแพทย์ตามนัด ครั้งที่ 1: สัปดาห์ที่ 1 ผู้วิจัยขอเก็บข้อมูลเบื้องต้นใช้เวลาประมาณ 30 นาทีโดยการสัมภาษณ์และทำแบบสอบถามความรู้เรื่องโลว์คาร์บ และเก็บข้อมูลพื้นฐาน เจาะเลือด หัวข้อและกิจกรรมในแต่ละครั้ง

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเบาหวานและอาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำ (แนวคิดพื้นฐานของ Low-Carb Diet, ผลกระทบของคาร์โบไฮเดรตต่อระดับน้ำตาลในเลือด เป้าหมายการบริโภคคาร์โบไฮเดรต (<130 กรัมต่อวัน หรือ < ร้อยละ 26 ของพลังงาน)

- การวางแผนมื้ออาหาร (การเลือกวัตถุดิบอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ การจัดเมนูอาหาร และตัวอย่างมื้ออาหารใน 1 วัน หลักการคำนวณคาร์โบไฮเดรตในอาหารแต่ละมื้อ)

- ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริโภค (เทคนิคการลดคาร์โบไฮเดรตในชีวิตประจำวัน การจัดการเมื่อรับประทานอาหารนอกบ้าน การเผชิญหน้ากับอุปสรรคและแก้ไขปัญหา)

- การปรับสมดุลโภชนาการ (สารอาหารที่เหมาะสมเพื่อทดแทนคาร์โบไฮเดรต การเพิ่มโปรตีนและไขมันดี วิตามินและแร่ธาตุใน Low-Carb Diet)

- การติดตามผลและปรับเป้าหมาย การยั่งยืนและการปรับใช้ในระยะยาว

2.2 อาสาสมัครมาพบแพทย์ตามนัด ครั้งที่ 2-5: การรักษาตามมาตรฐานการรักษา การติดตามผล

2.3 อาสาสมัครมาพบแพทย์ตามนัด ครั้งที่ 6: สัปดาห์ที่ 24 โดยการสัมภาษณ์และทำแบบสอบถามความรู้เรื่องโลว์คาร์บ และเก็บข้อมูลพื้นฐาน เจาะเลือด

จริยธรรมการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงาน สาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ โดยผ่านการพิจารณาแบบ เร่งด่วน (Expedited Review) ตามหลักจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์สากล หมายเลขรับรองโครงการ 110/2567 เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ.2567 และมีระยะ เวลารับรองจนถึงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ.2568 และ TCTR20250627002

สถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ Intention-to-treat (ITT) เป็นการวิเคราะห์หลักในการศึกษานี้ ไม่มีข้อมูล สูญหาย (ผู้ป่วยมาติดตามครบเนื่องจากมารักษาประจำ)

1. ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ chi-square test หรือ Fisher's exact test ในตัวแปร categorical data และสถิติ independent t-test และ Mann-Whitney U test ตัวแปรเชิงปริมาณ ที่มีการกระจายตัวปกติและไม่เป็นปกติ ตามลำดับ

2. ก่อนการทดลองหลังการทดลองในกรณี ข้อมูลสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้สถิติ McNamar's test หรือ exact method ในตัวแปร categorical data และสถิติ paired t-test หรือ Wilcoxon matched signed-rank test ตัวแปร เชิงปริมาณที่มีการกระจายตัวปกติและไม่เป็นปกติ ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์แบบปรับตัวแปรร่วม (Adjusted between-group analysis) เพื่อประเมิน ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่สัปดาห์ที่ 24 โดยคุม ความแตกต่างของ baseline ใช้ ANCOVA ส่วน $HbA1c < 6.5\%$ วิเคราะห์ด้วย logistic regression

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วม ทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีความใกล้เคียงกันในเกือบทุกตัวแปร โดยไม่มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้น ตัวแปรระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน ซึ่งพบว่ากลุ่มควบคุม มีสัดส่วนของผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานมานานเกิน 10 ปี มากกว่ากลุ่มทดลอง (ร้อยละ 55.4 เทียบกับร้อยละ 30.9, $p = 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ทดลองใกล้เคียงกัน (59.8 ± 9.39 ปี และ 59.1 ± 7.36 ปี ตามลำดับ, $p = 0.69$) เพศหญิงเป็นเพศส่วนใหญ่ใน ทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมมีสัดส่วนหญิง ร้อยละ 92.9 และกลุ่มทดลอง ร้อยละ 83.9 ($p = 0.14$) ระดับการศึกษา ในทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่ต่ำกว่าปริญญาตรี กลุ่มควบคุมมี ผู้ที่มีรายได้เฉลี่ย $\geq 10,000$ บาทต่อเดือน ร้อยละ 58.9 เทียบกับกลุ่มทดลอง ร้อยละ 42.9 ($p = 0.08$) อาชีพหลัก ในทั้งสองกลุ่มคือเกษตรกรและค้าขาย ค่าดัชนีมวลกาย เฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองคือ 26.3 ± 4.10 และ 25.9 ± 4.01 ตามลำดับ ($p = 0.58$) ค่าเฉลี่ยของ ความดันโลหิตซิสโตลิกและไดแอสโตลิกไม่มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการมีโรคร่วม ความดันโลหิตสูง (HT) และไขมันในเลือดสูง (DLP) ที่ไม่แตกต่างกัน ($p = 0.44$ และ 0.39 ตามลำดับ) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (Baseline Characteristics Table) (n=112)

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n = 56)	กลุ่มทดลอง (n = 56)	p-value
อายุ (ปี), (mean ± SD)	59.8±9.39	59.2±7.36	0.69
เพศ			0.14
ชาย	4 (7.1%)	9 (16.1%)	
หญิง	52 (92.9%)	47 (83.9%)	
ระดับการศึกษา			0.11
ต่ำกว่าปริญญาตรี	56 (100.0%)	52 (92.9%)	
ปริญญาตรีขึ้นไป	0 (0.0%)	4 (7.1%)	
รายได้			0.08
<10,000 บาท	23 (41.1%)	32 (57.1%)	
≥10,000 บาท	33 (58.9%)	24 (42.9%)	
อาชีพ			0.32
เกษตรกร	23 (41.0%)	27 (48.2%)	
ราชการ	3 (5.4%)	6 (10.7%)	
ค้าขายและอื่นๆ	30 (53.6%)	23 (41.1%)	
ดัชนีมวลกาย (เฉลี่ย)	26.3±4.10	25.9±4.01	0.58
ค่าความดันโลหิตตัวบน (SBP) mmHg	130.2±15.65	130±1.48	0.93
ค่าความดันโลหิตตัวล่าง (DBP) mmHg	75.5±9.15	77.9±9.95	0.19
โรคประจำตัว			
ความดันโลหิตสูง (HT)	32 (57.1%)	28 (50.0%)	0.44
ไขมันในเลือดผิดปกติ (DLP)	17 (30.4%)	13 (23.2%)	0.39
ระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน			0.01*
<1 ปี	1 (1.8%)	1 (1.8%)	
1-5 ปี	9 (16.1%)	21 (38.2%)	
6-10 ปี	15 (26.8%)	17 (30.9%)	
>10 ปี	31 (55.4%)	17 (30.9%)	

ผลการศึกษาตามตารางที่ 2 ซึ่งแสดงพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมการศึกษา ณ จุดเริ่มต้นของการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในทุกตัวแปรที่วัด ($p > 0.05$) โดยในด้านความถี่ในการรับประทานคาร์โบไฮเดรต พบว่าผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่ในทั้งสองกลุ่มรับประทานคาร์โบไฮเดรตวันละ 1-2 มื้อ โดยกลุ่มควบคุม ร้อยละ 60.7 และกลุ่มทดลองร้อยละ 66.1 ($p = 0.54$) สำหรับชนิดของน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหาร พบว่าทั้งสองกลุ่มใช้ “น้ำมันพืช” เป็นหลัก ร้อยละ 83.9 เท่ากัน

ทั้งสองกลุ่ม ($p = 1.00$) ในด้านความถี่ของการออกกำลังกาย ส่วนใหญ่ในทั้งสองกลุ่มออกกำลังกาย สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง (กลุ่มควบคุม ร้อยละ 51.8 และกลุ่มทดลอง ร้อยละ 57.1) และมีผู้ที่ออกกำลังกายทุกวันในสัดส่วนเท่ากันคือ ร้อยละ 7.1 ($p = 0.83$) ส่วนชนิดของการออกกำลังกาย พบว่าผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่ในทั้งสองกลุ่มเลือก “เดินเร็ว” เป็นกิจกรรมหลัก โดยกลุ่มควบคุม ร้อยละ 48.2 และกลุ่มทดลอง ร้อยละ 51.8 รองลงมาคือการวิ่งหรือปั่นจักรยานและกิจกรรมอื่น ๆ เช่น ทำสวน ($p = 0.37$)

ภายหลังการทดลองเป็นเวลา 24 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ได้รับการแนะนำให้รับประทานอาหารแบบ จำกัดคาร์โบไฮเดรต (<130 กรัม/วัน) พบว่า ระดับ HbA1c ลดลงจาก $7.4 \pm 0.95\%$ เหลือ $7.0 \pm 1.15\%$ ($p = 0.02$) แต่เมื่อปรับค่าระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่าง กลุ่มตั้งแต่ baseline ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ร่วม (ANCOVA) พบว่าหลังการทดลอง HbA1c ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.31$) นอกจากนี้ในกลุ่ม LCD สัดส่วนผู้ป่วยที่มี HbA1c < 6.5% เพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 19.6 เป็นร้อยละ 41.1 หลังการทดลอง ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีสัดส่วนคงเดิมที่ร้อยละ 19.6 การวิเคราะห์เบื้องต้นพบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.03$) อย่างไรก็ตาม เมื่อปรับระยะเวลาที่เป็นเบาหวานและตัวแปรพื้นฐาน

ด้วยการถดถอยโลจิสติก พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ (adjusted $p=0.05$) และระดับ ไตรกลีเซอไรด์ (TG) ลดลงจาก 143.9 ± 70.56 เป็น 123.3 ± 75.97 mg/dL ($p < 0.01$) ระดับคอเลสเตอรอล รวม (Total Cholesterol) ของกลุ่มทดลองพบว่าลดลง จาก 172.3 ± 37.26 เป็น 163.9 ± 26.40 mg/dL โดยมีค่า $p\text{-value} = <0.01$ ซึ่งแสดงว่ามีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ภายในกลุ่มทดลองเช่นกัน ขณะที่กลุ่มควบคุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงนัยสำคัญ ($p = 0.10$) อย่างไร ก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ไม่พบความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญในระดับคอเลสเตอรอลรวม ($p = 0.68$) ส่วนตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ FBS, HDL, LDL, Cr และ eGFR ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม ($p > 0.05$ ในทุกตัวแปร) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 พฤติกรรมของผู้เข้าร่วมการศึกษา ณ จุดเริ่มต้นการทดลอง ($n = 112$)

ตัวแปร	จำนวน (ร้อยละ)		p-value
	กลุ่มควบคุม ($n = 56$)	กลุ่มทดลอง ($n = 56$)	
ความถี่ในการรับประทานคาร์โบไฮเดรต			0.54
น้อยกว่า 1 มื้อต่อวัน	1 (1.8%)	0 (0.0%)	
1-2 มื้อต่อวัน	34 (60.7%)	37 (66.1%)	
ทุกมื้อ	21 (37.5%)	19 (33.9%)	
ชนิดของน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหาร			1.00
น้ำมันพืช	47 (83.9%)	47 (83.9%)	
น้ำมันหมู	9 (16.1%)	9 (16.1%)	
ความถี่ในการออกกำลังกาย			0.83
1-2 ครั้งต่อสัปดาห์	29 (51.8%)	32 (57.1%)	
3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	23 (41.1%)	20 (35.7%)	
ทุกวัน	4 (7.1%)	4 (7.3%)	
ชนิดของการออกกำลังกาย			0.37
วิ่ง/ปั่นจักรยาน	13 (23.2%)	17 (30.3%)	
เดินเร็ว	27 (48.2%)	29 (51.8%)	
อื่นๆ	16 (28.6%)	10 (17.9%)	

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกลุ่มหลังสิ้นสุดการทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (n = 56)	กลุ่มทดลอง (n = 56)	95%CI	p-value ²	p-value ³
FBS					
FBS ก่อนการทดลอง	142.9±37.92	142.6±40.87	-14.42 to 15.10	0.96	
FBS หลังการทดลอง	144.7±38.14	133.0±56.25	-7.02 to 30.45	0.21	0.16
p-value ¹ (Before vs After)	0.77	0.18			
HbA1c (%)					
HbA1c (%) ก่อนการทดลอง	7.6±1.38	7.4±0.95	-0.26 to 0.63	0.41	
HbA1c (%) หลังการทดลอง	7.4±1.06	7.0±1.15	-0.10 to 0.75	0.14	0.31
p-value ¹ (Before vs After)	0.13	0.02			
HbA1c <6.5% ก่อนการทดลอง	11 (19.6%)	11 (19.6%)		1.00	
HbA1c <6.5% หลังการทดลอง	11 (19.6%)	23 (41.1%)		0.03	0.05
p-value ¹ (Before vs After)	1.00	<0.01			
TG					
TG ก่อนการทดลอง	133.0±59.50	143.9±70.56	-13.47 to 35.40	0.37	
TG หลังการทดลอง	118.1±67.32	123.3±75.97	-22.53 to 32.93	0.71	0.74
p-value ¹ (Before vs After)	0.08	<0.01			
HDL					
HDL ก่อนการทดลอง	47.0±10.63	44.3±8.89	-0.95 to 6.38	0.14	
HDL หลังการทดลอง	47.1±9.48	44.0±10.01	-0.65 to 6.93	0.10	0.86
p-value ¹ (Before vs After)	0.52	0.66			
LDL					
LDL ก่อนการทดลอง	98.2±31.22	98.0±34.45	-12.08 to 12.54	0.97	
LDL หลังการทดลอง	95.6±25.72	93.2±32.46	-9.06 to 13.83	0.68	0.94
p-value ¹ (Before vs After)	0.27	0.19			
cholesterol					
Cholesterol ก่อนการทดลอง	167.6±37.80	172.3±37.26	-9.36 to 18.75	0.50	
Cholesterol หลังการทดลอง	161.5±33.96	163.9±26.40	-9.48 to 14.32	0.68	0.36
p-value ¹ (Before vs After)	0.10	<0.01			
Cr					
Cr ก่อนการทดลอง	0.7±0.19	0.8±0.22	-0.11 to 0.04	0.36	
Cr หลังการทดลอง	0.7±0.22	0.8±0.74	-0.32 to 0.10	0.32	0.63
p-value ¹ (Before vs After)	0.48	0.41			
eGFR					
eGFR ก่อนการทดลอง	90.8±18.56	90.6±16.29	-6.40 to 6.72	0.96	
eGFR หลังการทดลอง	88.6±21.45	90.5±15.18	-9.01 to 5.18	0.59	0.42
p-value ¹ (Before vs After)	0.24	0.88			

¹p-value ภายในกลุ่ม: วิเคราะห์ด้วย paired t-test หรือ Wilcoxon signed-rank test²p-value ระหว่างกลุ่มหลังทดลอง: วิเคราะห์ด้วย independent t-test หรือ Mann-Whitney U test³p-value ระหว่างกลุ่มหลังทดลอง: วิเคราะห์ด้วย ANCOVA โดย adjust baseline ระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน

คำอธิบายตัวย่อ : FBS (Fasting Blood Sugar), HbA1c (Hemoglobin A1c), TG (Triglyceride), HDL (High-Density Lipoprotein), LDL (Low-Density Lipoprotein), Cr (Creatinine), eGFR (Estimated Glomerular Filtration Rate)

อภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของการรับประทานอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต (Low-Carbohydrate Diet: LCD) ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized Controlled Trial: RCT) ผลการวิจัยพบว่าภายหลังการทดลองเป็นเวลา 24 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ได้รับการแนะนำให้รับประทานอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต (<130 กรัม/วัน) พบว่าระดับ HbA1c ลดลงจาก $7.4 \pm 0.95\%$ เหลือ $7.0 \pm 1.15\%$ ($p = 0.02$) แต่เมื่อปรับค่าระยะเวลาที่เป็นเบาหวานเนื่องจากตัวแปรดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตั้งแต่ baseline ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) พบว่าหลังการทดลอง HbA1c ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.31$) นอกจากนี้ในกลุ่ม LCD สัดส่วนผู้ป่วยที่มี HbA1c $<6.5\%$ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 19.6 เป็นร้อยละ 41.1 หลังการทดลอง ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีสัดส่วนคงเดิมที่ร้อยละ 19.6 การวิเคราะห์เบื้องต้นพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.03$) อย่างไรก็ตาม เมื่อปรับระยะเวลาที่เป็นเบาหวานและตัวแปรพื้นฐานด้วยการถดถอยโลจิสติกพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (adjusted $p=0.05$) สอดคล้องกับการวิเคราะห์เมตา (meta-analysis) ของ Yan Meng และคณะ⁽⁷⁾ มีการศึกษาทั้งหมด 9 รายการกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน 734 ราย ผลการศึกษารวมแสดงให้เห็นว่า LCD มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับ HbA1c (WMD: -0.44 ; 95% CI: -0.61 , -0.26 ; $P < 0.01$) สอดคล้องกับ Joshua Z Goldenberg และคณะ⁽⁸⁾ ผลการทดลอง 23 รายการ (ผู้เข้าร่วม 1,357 คน) พบว่าหลังจาก 6 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารควบคุมทั่วไป พบว่าอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต (LCD) ทำให้อัตราการเข้าสู่ภาวะ (diabetes remission) สูงขึ้น (นิยามคือ HbA1c $< 6.5\%$) คือ 76 จาก 133 คน (ร้อยละ 57.0) เทียบกับ 41 จาก 131 คน (ร้อยละ 31.0) โดยมีความแตกต่างของความเสี่ยอยู่ที่ 0.32 (ช่วงความเชื่อมั่น 95% ระหว่าง 0.17 ถึง 0.47; จาก 8 การศึกษา

$n=264$, $I^2 = 58\%$) เป็นไปได้ว่า Low-Carbohydrate Diet (LCD) สามารถลดระดับ HbA1c ได้จากกลไกทางคลินิกหลายประการ ได้แก่ การลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่บริโภคในแต่ละวัน ซึ่งช่วยลดระดับน้ำตาลในกระแสเลือดโดยตรง ส่งผลให้ระดับน้ำตาลหลังอาหาร (postprandial glucose) ลดลง และทำให้ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ลดลงตามมา นอกจากนี้ LCD ยังช่วยลดการหลังอินซูลิน ลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน และเพิ่มความไวของเซลล์ต่ออินซูลิน (insulin sensitivity) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาในกลุ่มประชากรที่ใหญ่ขึ้น ระยะเวลาสั้นขึ้นและควบคุม confounders ได้ดีกว่าเดิม

ระดับไตรกลีเซอไรด์ (TG) ลดลงจาก 143.9 ± 70.56 เป็น 123.3 ± 75.97 mg/dL ($p < 0.01$) แต่เมื่อปรับค่าระยะเวลาที่เป็นเบาหวานเนื่องจากตัวแปรดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตั้งแต่ baseline ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) พบว่าหลังการทดลองระดับไตรกลีเซอไรด์ (TG) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.74$) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Amber Parry-Strong และคณะ⁽⁹⁾ พบว่า ที่ 12 เดือน ไตรกลีเซอไรด์ในซีรัมลดลงใน very low-carbohydrate ketogenic diet (VLC/ KD) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม: -0.28 มิลลิโมลต่อลิตร (-0.44 ถึง -0.11) $p < .001$ สอดคล้องกับ Tian Hu และคณะ⁽¹⁰⁾ พบว่า ผู้ที่รับประทานอาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำไตรกลีเซอไรด์ลดลงมากกว่า (-14.0 มก./ดล.; ช่วงความเชื่อมั่น 95%: -19.4 , -8.7) เทียบกับอาหารที่มีไขมันต่ำ ($\leq$ ร้อยละ 30 ของพลังงานจากไขมัน) เป็นไปได้ว่าอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรต (Low-Carbohydrate Diet: LCD) สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride: TG) ได้ผ่านกลไกทางคลินิกหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย โดยหลักการสำคัญคือการลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารช่วยลดระดับอินซูลินในกระแสเลือดซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการสร้างไขมันใหม่ในตับ

(de novo lipogenesis) เมื่อระดับอินซูลินลดลง ตับจะผลิตไตรกลีเซอไรด์น้อยลง และลดการส่งออกไขมันเหล่านี้เข้าสู่กระแสเลือดในรูปของ VLDL (very-low-density lipoprotein) ส่งผลให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในซีรัมลดลงนอกจากนี้ เมื่อร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตน้อยลง จะมีการเปลี่ยนแหล่งพลังงานหลักจากกลูโคสไปเป็นกรดไขมัน ส่งผลให้เกิดการเผาผลาญไขมัน (fat oxidation) เพิ่มขึ้น และมีการนำไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมในร่างกายมาใช้มากขึ้น เป็นผลให้ระดับ TG ในเลือดลดลง อีกทั้งการบริโภคอาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรตยังมีผลช่วยลดไขมันในตับ (intrahepatic fat) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด โดยตับที่มีไขมันสะสมมากมักจะผลิต VLDL และไตรกลีเซอไรด์ในปริมาณสูง อย่างไรก็ตาม การที่ผลระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกันอาจสะท้อนถึงข้อจำกัดด้าน sample size หรือ baseline imbalance ในลักษณะของโรคเบาหวาน ซึ่งควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมในงานวิจัยขนาดใหญ่ขึ้นและติดตามระยะยาว

การลดระดับคอเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol) ของกลุ่มทดลอง จาก 172.3 ± 37.26 เป็น 163.9 ± 26.40 mg/dL ($p < 0.01$) แต่เมื่อปรับค่าระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตั้งแต่ baseline ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) พบว่าหลังการทดลอง การลดระดับคอเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.36$) สอดคล้องกับผลการศึกษากการลดระดับคอเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol หรือ TC) ของกลุ่มทดลอง จาก 172.3 ± 37.26 เป็น 163.9 ± 26.40 mg/dL ($p < 0.01$) สอดคล้องกับ Tingting Dong⁽¹¹⁾ การรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำซึ่งกินเวลาน้อยกว่า 6 เดือนสัมพันธ์กับการลดลงของการเปลี่ยนแปลงของคอเลสเตอรอลรวมในซีรัมคือ 0.13 มิลลิโมลต่อลิตร (ช่วงความเชื่อมั่น 95% 0.08 ถึง 0.19) แตกต่างกับผลการศึกษา Shreya Chawla และคณะ⁽¹²⁾ ที่ได้ศึกษา meta analysis พบว่าจากการศึกษา 38 ฉบับ รวม

จำนวนผู้เข้าร่วมทั้งหมด 6,499 คน พบว่าในช่วงเวลา 6-12 เดือน อาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำอาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำมีประสิทธิภาพในการลดน้ำหนักและค่าไขมัน HDL และไตรกลีเซอไรด์ แต่ควรคำนึงถึงความเสี่ยงในระยะยาวต่อระดับ LDL และคอเลสเตอรอลรวมที่อาจเพิ่มขึ้นเป็นไปได้ว่าการลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารช่วยลดการหลั่งอินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนสำคัญที่กระตุ้นการสังเคราะห์ไขมันในตับ (de novo lipogenesis) เมื่อระดับอินซูลินลดลง ตับจะผลิตไขมันน้อยลง รวมถึงลดการส่งออกไขมันในรูปของ VLDL (very-low-density lipoprotein) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ LDL และคอเลสเตอรอลรวม การที่ร่างกายเปลี่ยนไปใช้กรดไขมันเป็นแหล่งพลังงานหลักยังส่งผลให้มีการเผาผลาญไขมันมากขึ้น รวมถึงไขมันสะสมภายในร่างกาย ส่งผลทางอ้อมให้ระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือดลดลง อย่างไรก็ตาม ควรมีการติดตามระยะยาวเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของ LDL และคอเลสเตอรอลรวมที่อาจเกิดขึ้น

ข้อจำกัด

การศึกษานี้มีข้อจำกัดที่ควรพิจารณา ได้แก่ ระยะเวลาการติดตามเพียง 24 สัปดาห์ แม้เพียงพอสำหรับการประเมินผลระยะสั้น แต่ยังไม่สามารถยืนยันความยั่งยืนและความปลอดภัยในระยะยาวได้ อีกทั้งการประเมิน adherence ไม่ได้ใช้วิธีที่เข้มงวด เช่น การบันทึกอาหารหรือการใช้แอปพลิเคชันติดตามโภชนาการ แม้จะมีการนัดติดตามที่โรงพยาบาลทุกเดือนก็ตาม นอกจากนี้ ยังไม่ได้ตรวจระดับวิตามินหรือแร่ธาตุในซีรัม รวมถึงไม่ได้เก็บข้อมูลทางคลินิก เช่น น้ำหนัก รอบเอว หรือดัชนีมวลกาย ซึ่งอาจช่วยอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมได้ชัดเจนขึ้น งานวิจัยในอนาคตควรเป็นการศึกษาระยะยาว (≥ 1 ปี) ประเมินผลต่อการลดหรือหยุดยาลดน้ำตาล และครอบคลุมประชากรที่หลากหลายตลอดจนออกแบบโปรแกรม LCD ที่เหมาะสมกับวัฒนธรรมอาหารท้องถิ่นเพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง

สรุป

อาหารแบบจำกัดคาร์โบไฮเดรตอาจช่วยส่งเสริมการควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในกลุ่มไตรกลีเซอไรด์ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในกลุ่มควบคุมได้อย่างมีนัยสำคัญภายในกลุ่มโดยไม่ส่งผลเสียต่อการทำงานของไต แต่อย่างไรก็ตามเมื่อปรับค่าตัวแปรโดยคำนึงถึงระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน ไม่พบตัวแปรใด ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. กรมควบคุมโรค รมรณรงค์วันเบาหวานโลก ปี 2564 ตระหนักถึงการดูแลรักษาโรคเบาหวาน ให้ได้รับการรักษาอย่างทั่วถึง. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2567]. ค้นได้จาก:URL: <https://ddc.moph.go.th/brc/news.php?news=21692&deptcode=brc>.
2. กองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานประจำปี 2565 กองโรคไม่ติดต่อ. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2567]. ค้นได้จาก:URL: https://ddc.moph.go.th/dncd/forecast_detail.php?publish=13924&deptcode=dncd.
3. Sapa A, Bhandari P. Diabetes. In: StatPearls. [Internet]. StatPearls Publishing; 2023 [cited 2024 Dec 3]. Available from:URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK551501/>.
4. Oh R, Gilani B, Uppaluri KR. Low-Carbohydrate Diet. In: StatPearls. [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. [cited 2024 Dec 3]. Available from:URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537084/>.
5. Kelly T, Unwin D, Finucane F. Low-Carbohydrate Diets in the Management of Obesity and Type 2 Diabetes: A Review from Clinicians Using the Approach in Practice. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(7):2557. doi: 10.3390/ijerph17072557.
6. Czyżewska-Majchrzak Ł, Grzelak T, Kramkowska M, Czyżewska K, Witmanowski H. The use of low-carbohydrate diet in type 2 diabetes - benefits and risks. *Ann Agric Environ Med* 2014;21(2):320-6. doi: 10.5604/1232-1966.1108597.
7. Meng Y, Bai H, Wang S, Li Z, Wang Q, Chen L. Efficacy of low carbohydrate diet for type 2 diabetes mellitus management: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract* 2017;131:124-31. doi: 10.1016/j.diabres.2017.07.006.
8. Goldenberg JZ, Day A, Brinkworth GD, Sato J, Yamada S, Jönsson T, et al. Efficacy and safety of low and very low carbohydrate diets for type 2 diabetes remission: systematic review and meta-analysis of published and unpublished randomized trial data. *BMJ* 2021;372:m4743. doi: 10.1136/bmj.m4743.
9. Parry-Strong A, Wright-McNaughton M, Weatherall M, Hall RM, Coppell KJ, Barthow C, et al. Very low carbohydrate (ketogenic) diets in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Obes Metab* 2022;24(12):2431-42. doi: 10.1111/dom.14837.

10. Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS Jr, et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012;176 Suppl 7 (Suppl 7):S44-54. doi: 10.1093/aje/kws264.
11. Dong T, Guo M, Zhang P, Sun G, Chen B. The effects of low-carbohydrate diets on cardiovascular risk factors: A meta-analysis. *PLoS One* 2020;15(1):e0225348. doi: 10.1371/journal.pone.0225348.
12. Chawla S, Tessarolo Silva F, Amaral Medeiros S, Mekary RA, Radenkovic D. The Effect of Low-Fat and Low-Carbohydrate Diets on Weight Loss and Lipid Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2020;12(12):3774. doi: 10.3390/nu12123774.