

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส และค่าระดับน้ำตาลสะสม
ในเลือดในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2The correlation of triglyceride glucose index (TyG index) and hemoglobin A1C
(HbA1c) in patients with type 2 diabetes

พรชัย อนิวัตรธีระ

Phornchai Anivatthira

ฝ่ายเวชศาสตร์ครอบครัว

Department of Family Medicine,

โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

King Chulalongkorn Memorial Hospital

DOI: 10.14456/dcj.2023.32

Received: May 26, 2022 | Revised: August 22, 2022 | Accepted: August 30, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงวิเคราะห์ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส และค่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือด รูปแบบการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มารับการรักษาในฝ่ายเวชศาสตร์ครอบครัว โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย จำนวนทั้งสิ้น 387 คน ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน 2564 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและเครื่องมือวัดภาวะสุขภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสมีความสัมพันธ์ในทิศทางเชิงบวก กับค่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนเท่ากับ 0.447 ($p < 0.001$) ทั้งนี้พบว่าค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส มีความสัมพันธ์กับค่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือดในระดับปานกลาง จึงเห็นว่าค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส จะมีประโยชน์ที่อาจสามารถใช้ประกอบการทำนายความสามารถในการควบคุมโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในกรณีมีข้อจำกัดที่สถานพยาบาลไม่สามารถตรวจเลือดเพื่อหาค่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือดได้ โดยพัฒนาเป็นคะแนนทำนายร่วมกับตัววัดอื่นๆ ในอนาคต

ติดต่อผู้พิมพ์ : พรชัย อนิวัตรธีระ

อีเมล : Phornchai@gmail.com

Abstract

The purpose of this correlation analysis was to investigate the relationship between triglyceride-glucose index (TyG index) and hemoglobin A1c (HbA1c) in type 2 diabetic patients receiving treatment in the Department of Family Medicine, King Chulalongkorn Memorial Hospital. The samples were 387 people. The study was conducted between January and September 2021. Data were collected using questionnaires and health measurement tools. Data were analyzed using descriptive statistics and correlation was analyzed using Pearson correlation coefficient and Partial correlation coefficient. The results showed that the

triglyceride-glucose index was positively correlated with the hemoglobin A1c (HbA1c), with statistical significance and Partial correlation coefficient $r=0.447$ ($p<0.001$). In addition, it was found that triglyceride-glucose index (TyG index) was moderately associated with hemoglobin A1c (HbA1c). As a result, the triglyceride-glucose index could be beneficial in predicting type 2 diabetes controls in healthcare settings where there is no capacity to test for HbA1c. As a predictive factor, this TyG index will need to be further developed for use in combination with other variables.

Correspondence: Phornchai Anivatthira

E-mail: Phornchai@gmail.com

คำสำคัญ

ค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส,
ค่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือด, โรคเบาหวานชนิดที่ 2

Keywords

Triglyceride-Glucose Index (TyG index),
Hemoglobin A1c, type 2 diabetes mellitus

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ ระดับโลกสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International diabetes federation: IDF) รายงานว่าทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคนี้กว่า 4 ล้านคนต่อปีและคาดการณ์ว่าความชุกจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องซึ่งในปี 2588 จะมีจำนวนผู้ป่วยทั่วโลกเพิ่มขึ้นกว่า 700 ล้านคน⁽¹⁻²⁾ และประเทศไทยก็พบแนวโน้มผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเช่นกัน⁽³⁻⁴⁾ แต่หากผู้ป่วยสามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดได้ดี สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานได้⁽⁵⁻⁶⁾

ดังนั้นการติดตามระดับน้ำตาลสะสมในเลือดในผู้ป่วยจึงมีความสำคัญยิ่ง โดยมีวิธีที่นิยม 2 วิธี คือ 1) ค่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (Fasting Plasma Glucose: FPG) ตรวจโดยให้ผู้ป่วยงดอาหารมาเป็นเวลา 8-10 ชั่วโมงก่อนตรวจเลือดจะบ่งบอกเพียงค่าระดับน้ำตาลในเลือดในช่วงที่มาเจาะเลือดเท่านั้นเป็นค่าไม่คงที่และเปลี่ยนแปลงได้ง่ายตามการรับประทานอาหาร เช่น หากผู้ป่วยควบคุมอาหารเข้มงวดช่วงก่อนมาตรวจเลือด จะได้ค่าระดับ FPG ที่ต่ำกว่าระดับน้ำตาลในเลือดในเวลาปกติ ข้อดีคือ สามารถตรวจได้ง่าย ได้ผลตรวจไว และราคาถูก และ 2) ค่าระดับน้ำตาลสะสม (Hemoglobin A1C: HbA1c) เป็นการตรวจค่าระดับน้ำตาลที่สัมพันธ์กับเม็ดเลือดตลอดช่วงอายุขัยของตัวเม็ดเลือดแดงซึ่งมีอายุ

ขัยเฉลี่ยประมาณ 2-3 เดือน ทำให้ค่าระดับ HbA1c เป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าระดับน้ำตาลในเลือดช่วง 2-3 เดือนที่ผ่านมา ทำให้สามารถนำค่าดังกล่าวมาติดตามการรักษาได้อย่างแม่นยำกว่า ข้อเสีย คือ ในการตรวจค่าระดับ HbA1c จำเป็นต้องเจาะจากเส้นเลือดเท่านั้น และต้องใช้เวลามากกว่าในการรอผลการตรวจ อีกทั้งมีราคาสูงกว่า⁽⁷⁾ โดยค่าเป้าหมายของการควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือด คือการควบคุมค่าระดับ HbA1c ให้เป็นปกติหรือใกล้เคียงปกติตลอดเวลา⁽⁸⁾ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) โดยการควบคุมระดับ HbA1c ควรปฏิบัติควบคู่ไปกับการลดปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่มักเกิดร่วมไปด้วยเสมอ⁽⁹⁾

จากข้อจำกัดดังกล่าวสถานพยาบาลบางแห่งจึงไม่ตรวจค่าระดับ HbA1c ในการติดตามผู้ป่วยทุกครั้งเนื่องจากมีราคาแพงกว่าการส่งตรวจค่าระดับ FPG แต่มีการส่งตรวจค่าระดับไขมันในเลือด ซึ่งประกอบด้วยระดับคอเลสเตอรอลรวม (Total cholesterol: TC), ระดับเอชดีแอล (HDL-C) ระดับไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride: TG) ระดับแอลดีแอล (LDL-C) ควบคู่ไปด้วย หากสามารถนำค่าระดับไขมันในเลือดมาใช้ในการติดตามความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (glycemic control) จะสามารถใช้เป็นแนวทางร่วมในการวางแผนการตรวจติดตามการรักษา

ในผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (high blood sugar หรือ hyperglycemia) และภาวะดื้ออินซูลิน (Insulin resistance) ทำให้การทำงานของเอนไซม์ lipoprotein lipase ลดลง ส่งผลให้ chylomicron และ VLDL ถูกสลายได้น้อยลงจนนำไปสู่ภาวะไขมันในเลือดสูง (hypertriglyceridemia) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า การเพิ่มขึ้นของค่าอัตราส่วนของระดับไตรกลีเซอไรด์ต่อระดับเอชดีแอล (TG/HDL ratio) มีความสัมพันธ์กับค่า Insulin resistance อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹⁰⁻¹¹⁾ และค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (Tri-glyceride-Glucose index หรือ TyG index) สูตรคำนวณคือ $\ln [\text{Fasting Triglycerides}(\text{mg/dl}) \times \text{Fasting Plasma Glucose}(\text{mg/dl}) / 2]$ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (glycemic control) เช่นกัน⁽¹²⁻¹³⁾ ซึ่งในการคำนวณค่าดังกล่าวใช้เพียงค่าระดับ TG กับค่าระดับ FPG เท่านั้น ดังนั้นหากทราบความสัมพันธ์ของค่า TyG index กับค่า HbA1c จะสามารถนำมาใช้ในการประเมินวิเคราะห์ และช่วยเป็นแนวทางในการวางแผนการตรวจติดตามค่า HbA1c เพื่อป้องกันและช่วยลดการเกิดโรคแทรกซ้อนเรื้อรังจากโรคเบาหวานที่เหมาะสมได้ต่อไป การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่า TyG index และค่า HbA1c ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยมีสมมติฐานการวิจัย คือ ค่า TyG index มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับค่า HbA1c

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) ครั้งนี้ ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลข 1475/2020 เมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2563

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มารับการรักษาในฝ่ายเวชศาสตร์ครอบครัว คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การ

คัดเข้า (Inclusions criteria) ประกอบด้วย 1) เชื้อชาติไทย 2) อายุมากกว่าหรือเท่ากับ 30 ปี 3) ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 4) ได้รับการตรวจเลือดเพื่อวินิจฉัยและติดตามผลการรักษา และ 5) อ่านหนังสือภาษาไทยได้ และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ประกอบด้วย 1) มีโรคร่วม ได้แก่ โรคทางระบบภูมิคุ้มกัน (autoimmune disease) โรคไทรอยด์ หรือโรคไตบางชนิด 2) มีการใช้ยาบางชนิด ได้แก่ ยาควบคุมภูมิคุ้มกัน หรือยารักษาโรคไทรอยด์ 3) มีภาวะสมองเสื่อม (Dementia) ที่ทำให้เกิด Cognitive impairment และ 4) มีประวัติเป็นโรคทางจิตเวช ได้แก่ โรคซึมเศร้า (Major depressive disorder) โรคไบโพลาร์ (Bipolar disorder) หรือโรคจิตเภท (Schizophrenia)

ขนาดตัวอย่าง คำนวณจากสูตร Hulley SB⁽¹⁴⁾ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% อำนาจทดสอบ 99% โดยอ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากงานวิจัยของ Ekhlal Khalid Hameed⁽¹⁵⁾ ได้ขนาดตัวอย่างทั้งสิ้น 387 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 เครื่องมือ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป จำนวน 10 ข้อ ที่สร้างโดยผู้วิจัย ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพปัจจุบัน รายได้ต่อเดือน โรคประจำตัว การดื่มหรือไม่ดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่หรือไม่สูบบุหรี่ และการออกกำลังกายหรือไม่ออกกำลังกาย

2. เครื่องมือวัดภาวะสุขภาพ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดเส้นรอบเอว โดยทำการวัดค่าในวันที่ผู้ป่วยมารับบริการตรวจรักษาโรค คือ

2.1) เครื่องชั่งน้ำหนัก / วัดส่วนสูง

2.2) สายวัดรอบเอวใช้ในการประเมินเส้นรอบวงของเอว (Waist circumference)

ในการเก็บข้อมูลการวิจัย โดยอ้างอิงจากรายการปัจจัยเสี่ยงของแบบประเมินปัจจัยเสี่ยงร่วมในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จากแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน 2560⁽³⁾ ของสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย

โดยได้ขออนุญาตในเก็บข้อมูลการวิจัย และการใช้ข้อมูล จากศูนย์ความเป็นเลิศและงานวิจัย โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย เพื่อบันทึกประวัติค่าผลการตรวจเลือด ทางห้องปฏิบัติการ โดยใช้ผลการส่งตรวจครั้งล่าสุด ตามแผนการรักษาเดิมในวันที่เข้ามารับบริการตรวจรักษา โรคที่โรงพยาบาลไม่ได้มีการเจาะเลือดตรวจเพิ่มเติม

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 26 ด้วยค่าสถิติพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ 1) เพศ 2) อายุ 3) สถานภาพสมรส 4) ระดับการศึกษาสูงสุด 5) อาชีพ ปัจจุบัน 6) รายได้ต่อเดือน 7) โรคประจำตัว 8) การดื่ม หรือไม่ดื่มแอลกอฮอล์ 9) การสูบบุหรี่หรือไม่สูบบุหรี่ และ 10) การออกกำลังกายหรือไม่ออกกำลังกาย รวมทั้ง ระดับ FPG ระดับ HbA1c ระดับคอเลสเตอรอลรวม (Total cholesterol: TC) ระดับเอชดีแอล (HDL-C), ระดับไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride: TG) ระดับแอลดีแอล (LDL-C) ดัชนีมวลกาย (BMI) และความยาวเส้น รอบเอว (Waist Circumference) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index กับค่า HbA1c โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation coefficient) โดยมีการแปลผลการ

วิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ ดังนี้ถ้าค่า r เท่ากับ 0.00 คือไม่มีความสัมพันธ์กัน ต่ำกว่า 0.40 คือมีความสัมพันธ์ น้อย ระหว่าง 0.40-0.60 คือมีความสัมพันธ์ปานกลาง สูงกว่า 0.60 คือมีความสัมพันธ์มาก ถ้าคำนวณได้ค่าลบ คือมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ถ้าไม่มีเครื่องหมายลบ คือมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ผลการศึกษา

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 387 คน ลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 64.9 อายุเฉลี่ย 62.87 ปี มีสถานภาพสมรสคู่ ร้อยละ 82.2 ระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 29.0 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 31.8 ไม่มีรายได้ร้อยละ 32.3 มีโรคประจำตัวไขมันในเลือดสูง ร้อยละ 90.4 ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95.6 ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 97.9 และไม่ออกกำลังกาย ร้อยละ 63.3

กลุ่มตัวอย่อย่างมีค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 27.16 kg/m^2 ความยาวเส้นรอบเอวเฉลี่ย 92.46 cm ค่าระดับ FPG เฉลี่ย 140.54 mg/dl ค่าระดับ HbA1c เฉลี่ย 6.94% ระดับ TC เฉลี่ย 179.40 mg/dl ระดับ TG เฉลี่ย 149.46 mg/dl ระดับ HDL-C เฉลี่ย 49.59 mg/dl ระดับ LDL-C เฉลี่ย 111.69 mg/dl และค่า TyG index เฉลี่ย 9.10 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล (n=387)

Table 1 Mean and standard deviation of the sample classified by general information (n=387)

ข้อมูลทั่วไป	ค่าเฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	SD
BMI (kg/m^2)	27.16 (17.59-45.55)	4.43
Waist circumference (cm)	92.46 (61.00-149.00)	10.85
Fasting Plasma Glucose (mg/dl)	140.54 (55.00-377.00)	40.38
Hemoglobin A1c (%)	6.94 (4.90-17.30)	1.30
Total Cholesterol (mg/dl)	179.40 (98.00-329.00)	32.35
Triglycerides (mg/dl)	149.46 (38.00-974.00)	95.32
HDL-Cholesterol (mg/dl)	49.59 (12.00-102.00)	11.79
LDL-Cholesterol (mg/dl)	111.69 (43.00-270.00)	28.48
TyG index	9.10 (7.72-11.71)	0.58

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index กับค่า HbA1c โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) โดยยังไม่ได้ควบคุมอิทธิพลของข้อมูลประชากร พบว่า ค่าระดับ HbA1c มีความสัมพันธ์ทางบวกปานกลางกับค่า TyG index ($r=0.435$, $p<0.001$) และมีความสัมพันธ์ทางบวกมาก กับค่าระดับ FPG ($r=0.679$,

$p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เดียวกัน ค่าระดับ HbA1c มีความสัมพันธ์ทางบวกน้อย กับค่าระดับ TG ($r=0.215$, $p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าค่าระดับ HbA1C มีความสัมพันธ์ทางลบน้อย กับค่าระดับ HDL-C ($r=-0.173$, $p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระกับค่าระดับ HbA1c (ก่อนทำการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอิสระ)

Table 2 Correlation coefficient between the independent variable group and the HbA1c level (before controlling for the influence of the independent variables)

ตัวแปรอิสระ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	p-value
BMI (kg/m^2)	0.097	0.058
Waist circumference (cm)	0.068	0.184
Fasting plasma glucose (mg/dl)	0.679	<0.001*
Total cholesterol (mg/dl)	0.105	0.039*
Triglycerides (mg/dl)	0.215	<0.001*
HDL-cholesterol (mg/dl)	-0.173	<0.001*
LDL-cholesterol (mg/dl)	0.104	0.040
TyG index	0.435	<0.001*

* หมายถึง มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ต่อมาเมื่อได้ทำการควบคุมอิทธิพลของข้อมูลประชากร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ โรคประจำตัว การดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ และการออกกำลังกาย ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation coefficient) ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index กับค่าระดับ HbA1c โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน พบว่าค่าระดับ HbA1c มีความสัมพันธ์ทางบวก

ปานกลาง กับค่า TyG index ($r=0.447$, $p<0.001$) และมีความสัมพันธ์ทางบวกมาก กับค่าระดับ FPG ($r=0.678$, $p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เดียวกัน ค่าระดับ HbA1C มีความสัมพันธ์ทางบวกน้อย กับค่าระดับ TG ($r=0.233$, $p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า ค่าระดับ HbA1c มีความสัมพันธ์ทางลบน้อย กับค่าระดับ HDL-C ($r=-0.173$, $p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระกับค่าระดับ HbA1C (หลังทำการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอิสระ)

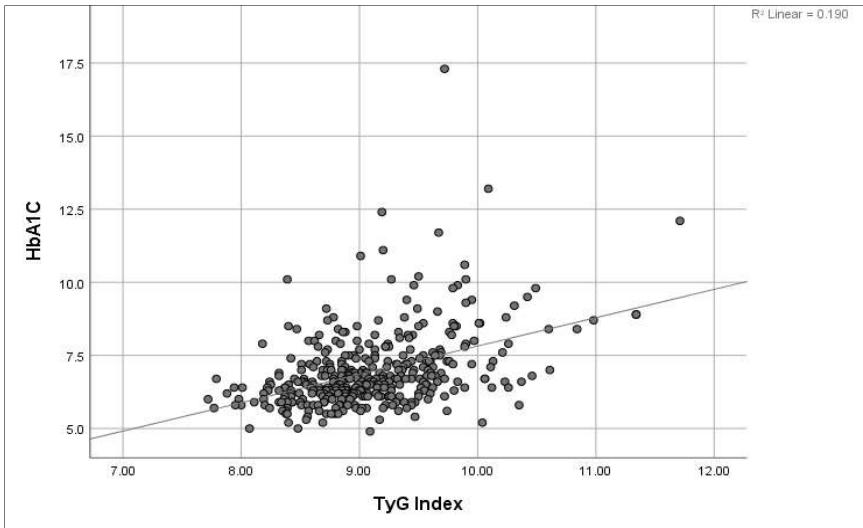
Table 3 Correlation coefficient between the independent variable group and the HbA1C level (after controlling for the influence of the independent variables)

ตัวแปรอิสระ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	p-value
BMI (kg/m^2)	0.072	0.165
Waist circumference (cm)	0.072	0.165
Fasting plasma glucose (mg/dl)	0.678	<0.001*
Total cholesterol (mg/dl)	0.112	0.030
Triglycerides (mg/dl)	0.233	<0.001*
HDL-cholesterol (mg/dl)	-0.172	<0.001*
LDL-cholesterol (mg/dl)	0.088	0.089
TyG index	0.447	<0.001*

* หมายถึง มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

เมื่อนำค่า TyG index กับค่าระดับ HbA1c ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มาแสดงในแผนภาพกระจาย (Scatter plot) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index กับค่าระดับ HbA1c(หลังทำการควบคุม

อิทธิพลของข้อมูลประชากร) มีความสัมพันธ์ทางบวกปานกลาง ($r=0.447$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างค่า TyG index กับค่าระดับ HbA1c adjusted $r=0.447$ ($p<0.001$)

Figure 1 Partial correlation coefficient between TyG index and HbA1c level adjusted $r=0.447$ ($p<0.001$)

วิจารณ์และสรุป

การวิจัยครั้งนี้ พบว่า ค่า TyG index มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าระดับ HbA1c ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน $r=0.447$ ($p<0.001$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่าเป็นค่าความสัมพันธ์ระดับปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จตุภูมิ นีละศรี และอรพิมล ธนภูวนนท์⁽⁶⁾ ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าระดับ HbA1c ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าค่าระดับ TG ($r=0.14$, $p<0.01$) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าระดับ HbA1C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้จากในเส้นทางการเมตาบอลิซึมของกลูโคสจะได้ dihydroxyacetone phosphate (DHAP) และ acetyl co enzyme-A ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้าง glycerol และ fatty acid ตามลำดับ ซึ่งทั้ง glycerol และ fatty acid จะรวมกันเป็น triglyceride ไปในกระบวนการ lipogenesis ดังนั้น หากมีกลูโคส

ในเลือดปริมาณมากจะทำให้เกิด DHAP และ acetyl coenzyme-A ที่มากขึ้น การสร้าง triglyceride ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงควรควบคุมทั้งระดับน้ำตาลในเลือดควบคู่ไปกับการควบคุมระดับ TG ด้วยเสมอ⁽¹⁶⁾

การควบคุมระดับไขมันในเลือดที่ผิดปกติร่วมไปกับการตรวจติดตามค่าระดับ HbA1c ถือเป็นเป้าหมายในการควบคุมโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อป้องกันการเกิดโรคแทรกซ้อนเรื้อรังในอนาคต สอดคล้องกับการศึกษาของ Francois Mach et al⁽¹⁷⁾, Scott M et al⁽¹⁸⁾, A Dotevall et al⁽¹⁹⁾, Maria-Agata Miselli et al⁽²⁰⁾ และ Ming Zhang et al⁽²¹⁾ พบว่าการเพิ่มสูงขึ้นของค่าระดับ TG มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคในกลุ่ม Atherosclerotic Cardiovascular Disease (ASCVD) และสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของค่าระดับ HbA1c

ค่า TyG index เป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณค่า TG กับค่า FPG มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (glycemic control) ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และสามารถใช้เป็นตัวแทนในการบอกระดับการดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance: IR) สอดคล้องกับการศึกษาของ Tingting Du et al⁽²²⁾ พบว่าค่า TyG index มีความสัมพันธ์กับค่าภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Homeostasis model assessment for Insulin Resistance : HOMA-IR) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ David Navarro-González et al⁽²³⁾ พบว่าค่า TyG index ที่คำนวณได้มากกว่า 8.31 จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และจากการศึกษาของ Moon S et al⁽²⁴⁾ ในระหว่างปี 2005-2013 ในชาวเกาหลี 4,873 คน พบว่าประชากรส่วนใหญ่มีภาวะดื้อต่ออินซูลิน ค่าเฉลี่ย TyG index คือ 9.10 โดยค่าปกติของ TyG index ตามนิยามของสมาคมเบาหวานสากล (International Diabetes Federation) ควรมีค่าไม่เกิน 8.55 ถ้าคำนวณ TyG index แล้วพบว่าสูงกว่าค่าตัวเลขนี้ ให้ถือว่าเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งในการนำค่า TG มาใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่า TyG index นั้นสามารถทำได้แม้มีค่า TG สูงมาก เนื่องจากสูตรที่ใช้ในการคำนวณ TyG index นั้นเป็นสูตรที่ใช้ logarithm ฐาน e (ln) จึงสามารถรองรับตัวเลขจำนวนมากได้โดยไม่ทำให้ค่าการคำนวณคลาดเคลื่อนหรือเปลี่ยนแปลงมากนัก

นอกจากนี้ในหลายการศึกษายังพบความสัมพันธ์ของค่า TyG index กับการเกิดโรคหรือความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลายอย่าง ได้แก่ การศึกษาของ Josef Fritz et al⁽²⁵⁾ พบว่าค่า TyG index ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคเมตาบอลิกในระบบทางเดินอาหาร การศึกษาของ Kahui Park et al⁽²⁶⁾ พบว่าค่า TyG index ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ต่อการเกิด Coronary artery calcification (CAC) การศึกษาของ Laura Sánchez-Iñigo et al⁽²⁷⁾ พบว่าค่า TyG index ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ต่อการเกิด Cardiovascular disease (CVD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของ Jing-Lu Jin et al⁽²⁸⁾

พบว่าค่า TyG index ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ต่อการเกิด cardiovascular events (CVEs) risk อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของ Hsuan Chiu et al⁽²⁹⁾ พบว่าค่า TyG index ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการเกิด Cerebrovascular disease (CVA) และการศึกษาของ Ekhlal Khalid Hameed⁽¹⁵⁾ พบว่าค่า TyG index มีความสัมพันธ์กับค่าระดับ HbA1c และค่า HDL-C

จากงานวิจัยฉบับนี้จะเห็นได้ว่าค่า TyG index มีความสัมพันธ์กับค่าระดับ HbA1c ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน $r=0.447$ ($p<0.001$) ถือเป็นค่าความสัมพันธ์ในทางบวกระดับปานกลางจึงอาจสามารถนำค่า TyG index ไปใช้เพื่อประเมินวิเคราะห์ และช่วยเป็นแนวทางในการวางแผนการตรวจติดตามค่า HbA1c เพื่อป้องกันและช่วยลดการเกิดโรคแทรกซ้อนเรื้อรังจากโรคเบาหวานที่เหมาะสมได้ต่อไปได้

ข้อจำกัด

1. งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษารูปแบบเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีการรวบรวมข้อมูลโดยศึกษา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่มีการติดตามไปข้างหน้า ผู้วิจัยจึงไม่สามารถมั่นใจได้ว่าหากรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลาอื่นผลลัพธ์ที่ได้จะไม่แตกต่างกัน

2. ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ในวิจัยนี้ คือผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 แม้จะมีเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก เช่น ระบุเกณฑ์การคัดออกในผู้ป่วยที่มีโรคร่วมบางโรค หรือมีการใช้ยาบางชนิดที่อาจมีผลต่อค่าระดับ HbA1c แต่ยังคงขาดการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่ควบคุมได้ยาก เช่น ชนิดของอาหารที่รับประทาน รูปแบบการออกกำลังกาย รูปแบบการพักผ่อน รูปแบบการนอน ฯลฯ ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล โดยปัจจัยที่กล่าวมาก็อาจมีผลต่อค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index และค่า HbA1c ก็เป็นไปได้

3. เนื่องด้วยงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาในประชากรเขตเมือง และจำนวนน้อย ไม่มีความหลากหลายของกลุ่มตัวอย่างตามเชื้อชาติและถิ่นที่อยู่อาศัย ทำให้ไม่สามารถครอบคลุม และเป็นตัวแทนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ทั้งหมด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในรูปแบบการวิจัย

1.1 ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index และค่า HbA1c ที่มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง การนำค่า TyG index ไปใช้ในการติดตามค่า HbA1c โดยตรงยังอาจมีข้อจำกัด ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรเก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และควรศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า HbA1c เพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์การถดถอยพหุเชิงเส้น (multiple linear regression) และสร้างแบบจำลองในการทำนายค่า HbA1c ที่จะสามารถนำไปใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า HbA1c ได้แม่นยำยิ่งขึ้น ทั้งนี้ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

1.2 จากข้อจำกัดในเรื่องกลุ่มตัวอย่างซึ่งไม่มีความหลากหลายและจำนวนน้อย ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรทำการศึกษาในกลุ่มประชากรที่หลากหลาย และขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ทั้งหมด

2. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

การใช้ค่า TyG index ซึ่งเป็นค่าดัชนีที่สามารถคำนวณได้ง่ายและสะดวก ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการส่งตรวจค่า HbA1c และยังสามารถใช้ประกอบการพิจารณาความสามารถในการควบคุมโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ ดังนั้นอาจจะสามารถนำมาใช้ในการประเมินวิเคราะห์ และช่วยเป็นแนวทางในการวางแผนการตรวจติดตามค่า HbA1c เพื่อป้องกันและช่วยลดการเกิดโรคแทรกซ้อนเรื้อรัง ในกรณีที่สถานพยาบาลมีข้อจำกัดในการตรวจค่า HbA1c หากแต่งงานวิจัยฉบับนี้ยังมีข้อจำกัดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างค่า TyG index และค่า HbA1c ที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นในการนำค่า การใช้ค่า TyG index อย่างเดียว จึงยังไม่สามารถทำได้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาควบคู่ไปกับความสามารถในการควบคุมปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ และยังคงต้องมีการติดตามค่า HbA1c ควบคู่ไปด้วยแต่ให้ห่างออกได้เพื่อลดค่าใช้จ่าย

เอกสารอ้างอิง

1. Cavan D, Fernandes JDR, Makaroff L, Ogurtsov K, Webber S. IDF Diabetes Atlas. 7th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2015 :1–297.
2. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 9th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019.
3. Ekplakorn W. Report of the 5th Thai Health Examination Survey 2014: Thai People's Health Survey Office/Public Health System Research Institute. Bangkok: Mahidol University; 2016. (in Thai)
4. Division of Non-Communicable Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health (TH). 5-Year National NCD Prevention and Control Strategic Plan (2017–2021). Nonthaburi: Division of Non-Communicable Diseases; 2017. (in Thai)
5. The Diabetes Association of Thailand. Clinical Practice Guideline for Diabetes 2017. Bangkok: The Diabetes Association of Thailand; 2017. (in Thai)
6. Neelasri J, Tanaphuwanont O. Factors Associated with HbA1c Levels of Type 2 Diabetes Patients, Thayang Hospital, Phetchaburi Province, Thailand. Region 4–5 Medical Journal. 2020;39(4):715–28. (in Thai)
7. Alqahtani N, Khan WA, Alhumaidi MH, Ahmed YA. Use of Glycated Hemoglobin in the Diagnosis of Diabetes Mellitus and Pre-diabetes and Role of Fasting Plasma Glucose, Oral Glucose Tolerance Test. Int J Prev Med. 2013;4(9):1025–9.
8. American Diabetes Association. Classification

- and Diagnosis of Diabetes. *Diabetes Care*. 2017;40(Suppl 1):S11–24.
9. International Diabetes Federation. Global guideline for type 2 diabetes. Belgium: International Diabetes Federation; 2012.
10. Gonzalez-Chavez A, Simental-Mendia LE, Elizondo-Argueta S. Elevated triglycerides/HDL-cholesterol ratio associated with insulin resistance. *Cir Cir*. 2011;79(2):126–31.
11. Ren X, Chen Z, Zheng S, Han T, Li Y, Liu W, et al. Association between Triglyceride to HDL-C Ratio (TG/HDL-C) and Insulin Resistance in Chinese Patients with Newly Diagnosed Type 2 Diabetes Mellitus. *PLoS One*. 2016; 11(4)
12. Babic N, Valjevac A, Zaciragic A, Avdagic N, Zukic S, Hasic S. The Triglyceride/HDL Ratio and Triglyceride Glucose Index as Predictors of Glycemic Control in Patients with Diabetes Mellitus Type 2. *Med Arch*. 2019;73(3):163–8.
13. Lee EY, Yang HK, Lee J, Kang B, Yang Y, Lee SH, et al. Triglyceride glucose index, a marker of insulin resistance, is associated with coronary artery stenosis in asymptomatic subjects with type 2 diabetes. *Lipids Health Dis*. 2016;15:155.
14. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Newman TB. *Designing clinical research: an epidemiologic approach*. 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. Appendix 6C, p.79
15. Hameed EK. TyG index a promising biomarker for glycemic control in type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Metab Syndr*. 2019;13(1):560–3.
16. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes–2018. *Diabetes Care*. 2018;41(1):S57–9.
17. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020;41(1):111–88.
18. Grundy SM, Stone NJ, Bailey AL, Beam C, Birtcher KK, Blumenthal RS, et al. 2018 Guideline on the Management of Blood Cholesterol: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(24):e285–350.
19. Dotevall A, Johansson S, Wilhelmsen L, Rosengren A. Increased levels of triglycerides, BMI and blood pressure and low physical activity increase the risk of diabetes in Swedish women. A prospective 18-year follow-up of the BEDA study. *Diabet Med*. 2004;21(6):615–22.
20. Miselli MA, Nora ED, Passaro A, Tomasi F, Zuliani G. Plasma triglycerides predict ten-years all-cause mortality in outpatients with type 2 diabetes mellitus: a longitudinal observational study. *Cardiovasc Diabetol*. 2014;13:135.
21. Zhang M, Wang B, Liu Y, Sun X, Luo X, Wang C, et al. Cumulative increased risk of incident type 2 diabetes mellitus with increasing triglyceride glucose index in normal-weight people: The Rural Chinese Cohort Study. *Cardiovasc Diabetol*. 2017;16(1):30.
22. Du T, Yuan G, Zhang M, Zhou X, Sun X, Yu X. Clinical usefulness of lipid ratios, visceral adiposity indicators, and the triglycerides and glucose index as risk markers of insulin resistance. *Cardiovasc Diabetol*. 2014;13:146.
23. Navarro-Gonzalez D, Sanchez-Inigo L, Pastrana-Delgado J, Fernandez-Montero A, Martinez

- JA. Triglyceride-glucose index (TyG index) in comparison with fasting plasma glucose improved diabetes prediction in patients with normal fasting glucose: The Vascular-Metabolic CUN cohort. *Prev Med.* 2016;86:99-105.
24. Moon S, Park JS, Ahn Y. The Cut-off Values of Triglycerides and Glucose Index. *J Korean Med Sci.* 2017;32:427-33
25. Fritz J, Bjorge T, Nagel G, Manjer J, Engeland A, Haggstrom C, et al. The triglyceride-glucose index as a measure of insulin resistance and risk of obesity-related cancers. *Int J Epidemiol.* 2020;49(1):193-204.
26. Park K, Ahn CW, Lee SB, Kang S, Nam JS, Lee BK, et al. Elevated TyG index Predicts Progression of Coronary Artery Calcification. *Diabetes Care.* 2019;42(8):1569-73.
27. Sanchez-Inigo L, Navarro-Gonzalez D, Fernandez-Montero A, Pastrana-Delgado J, Martinez JA. The TyG index may predict the development of cardiovascular events. *Eur J Clin Invest.* 2016;46(2):189-97.
28. Jin JL, Cao YX, Wu LG, You XD, Guo YL, Wu NQ, et al. Triglyceride glucose index for predicting cardiovascular outcomes in patients with coronary artery disease. *J Thorac Dis.* 2018;10(11):6137-46.
29. Chiu H, Tsai HJ, Huang JC, Wu PY, Hsu WH, Lee MY, et al. Associations between Triglyceride-Glucose Index and Micro- and Macro-angiopathies in Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrients.* 2020;12(2).