

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

การเปรียบเทียบดัชนีไตรกลีเซอไรด์กลูโคส และอัตราส่วนไตรกลีเซอไรด์เอชดีแอล ในการวินิจฉัยการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

Study of triglyceride glucose index and triglyceride-HDL ratio in diagnosis of diabetes mellitus type 2

ชนินท์ ประคองยศ

Chanin Prakongyot

ธิติกร บุญญารัตนานุสรณ์

Thitikorn Boonyarattananusorn

พลิชฐ์ คำมูล

Pasit Khammoon

ชินภัทร์ บังคมเนตร

Chinnapat Bangkomnet

ปณณพร เลิศรังสรรค์

Pannaporn Lertrungsun

โรงพยาบาลลำปาง

Lampang Hospital

DOI: 10.14456/dcj.2024.53

Received: August 14, 2024 | Revised: October 14, 2024 | Accepted: October 26, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ TyG index และ TG/HDL ratio ในการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นการศึกษาความแม่นยำในการวินิจฉัยแบบภาคตัดขวางย้อนหลัง โดยกลุ่มประชากรที่สนใจศึกษา คือ ประชากรที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลลำปาง อายุมากกว่าหรือเท่ากับ 18 ปี ตั้งแต่ มกราคมถึงธันวาคม 2566 เก็บข้อมูลจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลประวัติการรักษา วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความสามารถในการวินิจฉัยการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 แสดงผลเป็นค่าความไว ค่าความจำเพาะ ค่าทำนายผลบวก ค่าทำนายผลลบและพื้นที่ใต้โค้ง ROC ผลการศึกษาพบว่า จากตัวอย่าง 8,464 ราย พบความชุกของโรคเบาหวานร้อยละ 32.21 (2,726 ราย) เป็นเพศชาย 4,004 ราย (ร้อยละ 47.31) อายุเฉลี่ย 61.70 ปี (SD=13.96) ความแม่นยำในการวินิจฉัยการเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ของ TyG index ที่จุดตัด 8 มีความไวร้อยละ 95.78 ความจำเพาะร้อยละ 13.56 ค่าทำนายผลบวกร้อยละ 34.49 ค่าทำนายผลลบร้อยละ 87.12 พื้นที่ใต้โค้ง ROC ร้อยละ 54.67 TG/HDL ratio ที่จุดตัด 3 มีความไวร้อยละ 40.68 ความจำเพาะร้อยละ 73.74 ค่าทำนายผลบวกร้อยละ 42.39 ค่าทำนายผลลบร้อยละ 72.35 พื้นที่ใต้โค้ง ROC ร้อยละ 57.21 ทั้งนี้พบว่า TyG index และ TG/HDL ratio ยังไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้วินิจฉัยการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในปัจจุบัน การพิจารณาปรับจุดตัดสามารถเพิ่มความแม่นยำของเครื่องมือในการคัดกรองหรือวินิจฉัยโรคได้

ติดต่อผู้พิมพ์ : ชนินท์ ประคองยศ

อีเมล : tae_027@hotmail.com

Abstract

The aim of this study is to determine whether the diagnostic accuracy of TyG index or TG/HDL ratio is significant in the diagnosis of T2DM. This study is a retrospective cross-sectional study. The

population of interest was people aged 18 years or older who received hospital services from January to December 2023. We collected the data from medical E-database including characteristics of sample and medical history. We compared the capability in diagnosis of T2DM using statistical analysis: sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and AUC-ROC. The results indicated a total of 8,464 cases, 47.31% were males (4,004 cases) with the mean age 61.70 years (SD=13.96). The T2DM prevalence is 32.21% (2,726 cases). The diagnostic accuracy of TyG index (cut-off point: 8) had a sensitivity of 95.78%, a specificity of 13.56%, PPV of 34.49%, NPV of 87.12% and AUC-ROC of 54.67%. For the TG/HDL ratio (cut-off point: 3), the diagnostic accuracy revealed a sensitivity of 40.68%, specificity of 73.74%, PPV of 42.39%, NPV of 72.35% and AUC-ROC of 57.21%. The findings show that TyG index and TG/HDL ratio are not suitable for diagnosing T2DM. Considering adjusting the cut-off points could improve the accuracy of these tools for screening or diagnosing the disease.

Correspondence: Chanin Prakongyot

E-mail: tae_027@hotmail.com

คำสำคัญ

ดัชนีไตรกลีเซอไรด์กลูโคส, อัตราส่วนไตรกลีเซอไรด์
เอชดีแอล, โรคเบาหวานชนิดที่ 2

Keywords

TyG index, TG/HDL ratio, diabetes mellitus type 2

บทนำ

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่สำคัญทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย โดยการสำรวจข้อมูลของ International Diabetes Federation พบว่าในปี 2564 มีผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลก 537 ล้านคน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 643 ล้านคนในปี 2573⁽¹⁾ ข้อมูลผู้ป่วยโรคเบาหวานในประเทศไทยตามรายงานของกระทรวงสาธารณสุขประจำปี 2566 พบผู้ป่วยโรคเบาหวานสะสมทั้งหมด 3.4 ล้านคน⁽²⁾ ก่อให้เกิดภาระทางเศรษฐกิจและสังคม และหากผู้ป่วยไม่ได้รับการวินิจฉัยและรักษาโรคเบาหวานอย่างเหมาะสม จะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนตามมา เช่น ภาวะความเข้มข้นเลือดสูง (hyperosmolar hyperglycemic state: HSS) โรคหลอดเลือดสมอง (stroke) เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตก่อนวัยอันควร⁽³⁾

การวินิจฉัยโรคเบาหวานในประเทศไทยปัจจุบันอ้างอิงตามแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน ปี 2566 ของสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย⁽⁴⁾ โดยอาศัยการตรวจน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (fasting blood glucose: FBG) และระดับ

น้ำตาลสะสม (hemoglobin A1C: HbA1c) เป็นหลัก แต่เนื่องจากการตรวจระดับน้ำตาลสะสมมีค่าใช้จ่ายที่สูง HbA1c ราคา 150 บาทต่อครั้ง (อ้างอิงจากรายการค่าใช้จ่ายทางห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลลำปาง ปี 2567) รวมทั้งประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา การหาเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่ามาทดแทนในการวินิจฉัยโรคเบาหวานอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อประหยัดงบประมาณ โดยมีการศึกษาพบว่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์กลูโคส (triglyceride glucose index: TyG index) และอัตราส่วนไตรกลีเซอไรด์เอชดีแอล (triglyceride-HDL ratio: TG/HDL ratio) มีความสอดคล้องกับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร⁽⁵⁾ และระดับน้ำตาลสะสม⁽⁶⁾ จึงอาจสามารถนำมาประกอบการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ โดยค่าตรวจ TyG index และ TG/HDL ratio เท่ากับ 100 บาท และ 160 บาท ตามลำดับ (อ้างอิงจากรายการค่าใช้จ่ายทางห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลลำปาง ปี 2567) มีการศึกษาจุดตัดที่เหมาะสมในการวินิจฉัยการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ของ TyG index และ TG/HDL ratio เท่ากับ 8⁽⁵⁾ และ 3⁽⁷⁾ ตามลำดับ โดยในการศึกษานี้ อิงตามจุดตัดดังกล่าว รวมถึงในไทยยังมี

การศึกษาเกี่ยวกับ TyG index และ TG/HDL ratio จำนวนไม่มาก ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบตัวชี้วัดทั้งสอง เพื่อพัฒนาวิธีการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในอนาคต หากตัวชี้วัดทั้งสองสามารถทดแทนการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ จะทำให้ลดภาระค่าใช้จ่ายในการตรวจทั้งผู้ป่วยและประเทศ และประชาชนสามารถเข้าถึงการตรวจได้มากขึ้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ TyG index และ TG/HDL ratio ในการวินิจฉัยการเป็นเบาหวานชนิดที่ 2

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาความแม่นยำในการวินิจฉัยแบบภาคตัดขวางย้อนหลัง (diagnostic accuracy retrospective cross-sectional study) ครั้งนี้ ศึกษาในผู้ที่มารับบริการ ณ โรงพยาบาลลำปาง ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2566 ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์โรงพยาบาลลำปาง ตามหนังสือรับรองเลขที่ EC054/67 เมื่อวันที่ 27 มีนาคม 2567

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ศึกษาประชากรที่มีผลทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ระดับน้ำตาลสะสม ระดับ triglyceride และระดับ HDL ในวันเดียวกัน ณ โรงพยาบาลลำปาง ปี 2566 โดยในคนเดียวกันถ้ามีผลทางห้องปฏิบัติการหลายครั้งในปี 2566 การศึกษานี้ใช้ผลครั้งแรกเพียงครั้งเดียว รวมถึงมีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 18 ปี เป็นเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) ประกอบด้วย ผู้ที่มีภาวะความดันสูงแบบควบคุมไม่ได้ในวันที่ตรวจทางห้องปฏิบัติการ คือ มีค่า systolic blood pressure (SBP) มากกว่า 180 mmHg หรือ diastolic blood pressure (DBP) มากกว่า 110 mmHg อย่างน้อย 1 ครั้ง⁽⁸⁾

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเองจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความดันโลหิต จะถูกรวบรวมจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลประวัติการรักษา ได้แก่ การเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ระดับน้ำตาลสะสม ระดับ triglyceride และระดับ HDL ที่เป็นผลในวันเดียวกันจะถูกรวบรวมจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์

ผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 หมายถึง ผู้ที่มีการลงบันทึก ICD10: E10-E14 ซึ่งเป็นรหัสการวินิจฉัยโรคเบาหวาน ก่อนวันที่ที่ได้รับการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ระดับน้ำตาลสะสม ระดับ triglyceride และระดับ HDL โดยการศึกษาที่ใช้ผลครั้งแรกเพียงครั้งเดียว

TyG index คำนวณได้จาก $\ln(\text{triglyceride [mg/dL]} \times \text{fasting blood glucose [mg/dL]} / 2)$ ซึ่งมีจุดตัด (cut-off point) เท่ากับ 8 (กลุ่มที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 8 ถือว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2) โดยอิงจุดตัดจากการศึกษาของ S Mehran Hosseini⁽⁵⁾

TG/HDL ratio คำนวณได้จาก $\text{triglyceride [mg/dL]} / \text{HDL [mg/dL]}$ ซึ่งมีจุดตัด (cut-off point) เท่ากับ 3 (กลุ่มที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3 ถือว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2) โดยอิงจุดตัดจากการศึกษาของ Abdulrahman Momin⁽⁷⁾

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Stata version 18 ด้วยสถิติเชิงพรรณนาในการอธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) เปรียบเทียบ TyG index และ TG/HDL ratio ต่อการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 หา diagnostic accuracy แสดงผลเป็นค่าความไว (sensitivity) ค่าความจำเพาะ (specificity) ค่าทำนายผลบวก (positive predictive value: PPV) ค่าทำนายผลลบ (negative predictive value: NPV) กราฟ Receiver operating characteristic (ROC) และพื้นที่ใต้โค้ง ROC (area under ROC curve: AUC-ROC) กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

ผลการศึกษา

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8,464 ราย เป็นเพศชาย 4,004 ราย (ร้อยละ 47.31) อายุเฉลี่ย 61.70 ปี (SD=13.96) พบความชุกการเป็นโรคเบาหวานชนิด

ที่ 2 เท่ากับ 2,726 ราย (ร้อยละ 32.21) TyG index เฉลี่ย 8.72 (SD=0.62) ค่ามัธยฐานของ TG/HDL ratio เท่ากับ 2.21 (IQR=1.49, 3.34) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n=8,464)

Table 1 Characteristics of sample (n=8,464)

Characteristics of sample	ผล
male, n (%)	4,004 (47.31)
Diabetes mellitus, n (%)	2,726 (32.21)
mean Age (years)	61.70±13.96
mean FBG (mg/dL)	109.32±41.33
mean HDL (mg/dL)	53.22±13.89
mean HbA1c (mg%)	7.02±1.59
mean SBP (mmHg)	130.50±17.55
mean DBP (mmHg)	72.50±12.85
mean TyG index	8.72±0.62
Triglyceride (mg/dL), median [IQR]	112 [82, 160]
TG/HDL ratio, median [IQR]	2.21 [1.49, 3.34]

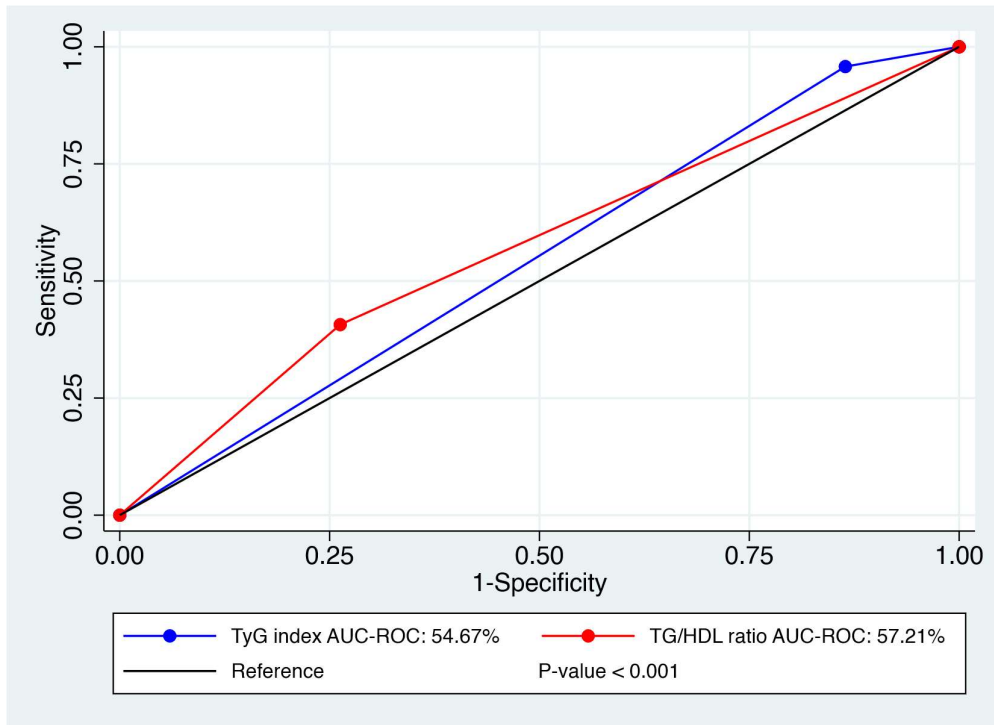
จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบความแม่นยำของ TyG index ที่จุดตัด 8 มีค่าความไวร้อยละ 95.78 ค่าความจำเพาะร้อยละ 13.56 ค่าทำนายผลบวกร้อยละ 34.49 ค่าทำนายผลลบร้อยละ 87.12 และพื้นที่ใต้โค้ง ROC ร้อยละ 54.67 ส่วน TG/HDL ratio ที่จุดตัด 3 มีค่าความไวร้อยละ 40.68 ค่าความจำเพาะร้อยละ

73.74 ค่าทำนายผลบวกร้อยละ 42.39 ค่าทำนายผลลบร้อยละ 72.35 และพื้นที่ใต้โค้ง ROC ร้อยละ 57.21 เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของ TyG index และ TG/HDL ratio พบว่ามีความต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p\text{-value}<0.001$ ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความแม่นยำของ TyG index ที่จุดตัด 8 และ TG/HDL ratio ที่จุดตัด 3

Table 2 Diagnostic accuracy of TyG index (cut-off point: 8) and TG/HDL ratio (cut-off point: 3)

Tools	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	AUC-ROC (95% CI)	Overall validity (%)
TyG index	95.78	13.56	34.49	87.12	54.67 (54.09, 55.25)	40.04
TG/HDL ratio	40.68	73.74	42.39	72.35	57.21 (56.13, 58.29)	63.09



ภาพที่ 1 ภาพแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้โค้ง ROC ของ TyG index และ TG/HDL ratio

Figure 1 A comparison between AUC-ROC of TyG index and TG/HDL ratio

เมื่อพิจารณารายละเอียดคุณสมบัติของ TyG index ในจุดตัดระดับต่าง ๆ TyG index ที่จุดตัด 9 จะมีค่าความไวร้อยละ 47.25 และค่าความจำเพาะร้อยละ 80.93 ส่วนรายละเอียดคุณสมบัติของ TG/HDL ratio ในจุดตัดระดับต่าง ๆ TG/HDL ratio ที่จุดตัด 2 จะมีค่าความไวร้อยละ 67.94 และค่าความจำเพาะร้อยละ 47.77 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของ TyG index และ TG/HDL ratio ในจุดตัดระดับต่าง ๆ

Table 3 Properties of TyG index and TG/HDL ratio at different cut-off points

Tools	Sensitivity	Specificity	Correctly classified	LR+	LR-
TyG index					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(≥8.997..)	47.32%	80.78%	70.00%	2.4618	0.6521
(≥8.999..)	47.29%	80.78%	69.99%	2.4599	0.6526
(≥8.999..)	47.29%	80.79%	70.00%	2.4621	0.6525
(≥8.999..)	47.29%	80.81%	70.01%	2.4643	0.6523
(≥8.999..)	47.25%	80.83%	70.01%	2.4547	0.6526
(≥9.000..)	47.25%	80.93%	70.09%	2.4782	0.6518
(≥9.00073)	47.21%	80.93%	70.07%	2.4763	0.6522
(≥9.0011)	47.21%	80.95%	70.09%	2.4785	0.6521
(≥9.001..)	47.21%	80.97%	70.10%	2.4808	0.6520

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของ TyG index และ TG/HDL ratio ในจุดตัดระดับต่าง ๆ (ต่อ)

Table 3 Properties of TyG index and TG/HDL ratio at different cut-off points (continue)

Tools	Sensitivity	Specificity	Correctly classified	LR+	LR-
TyG index					
(>=9.001..)	47.18%	80.97%	70.09%	2.4789	0.6524
(>=9.002..)	47.18%	81.00%	70.11%	2.4834	0.6521
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
TG/HDL ratio					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(>=1.984..)	67.94%	47.68%	54.21%	1.2986	0.6724
(>=1.985..)	67.94%	47.70%	54.22%	1.2990	0.6722
(>=1.985..)	67.94%	47.72%	54.23%	1.2994	0.6719
(>=1.987..)	67.94%	47.73%	54.24%	1.2999	0.6717
(>=1.988..)	67.94%	47.75%	54.25%	1.3003	0.6714
(>=2.000..)	67.94%	47.77%	54.27%	1.3007	0.6712
(>=2.013..)	67.31%	48.29%	54.42%	1.3018	0.6768
(>=2.014..)	67.31%	48.31%	54.43%	1.3023	0.6766
(>=2.015..)	67.28%	48.31%	54.42%	1.3016	0.6773
(>=2.015..)	67.28%	48.33%	54.43%	1.3020	0.6771
(>=2.016..)	67.28%	48.34%	54.44%	1.3024	0.6769
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

วิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาพบว่า TyG index ของประชากรที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลลำปาง เมื่อจุดตัด (cut-off point) ของ TyG index อยู่ที่ 8⁽⁵⁾ พบค่าความไวร้อยละ 95.78 และความจำเพาะร้อยละ 13.56 ซึ่งมีค่าความไวสูง แต่มีค่าความจำเพาะค่อนข้างต่ำ จึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นเครื่องมือในการคัดกรอง และวินิจฉัยโรค ถึงแม้ค่าความไวจะสูงแต่ค่า overall validity มีค่าเพียงร้อยละ 40.04 เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาแบบ systemic review ของ Adriana Sánchez-Garc-a และคณะพบว่า TyG index มีความสัมพันธ์กับภาวะต่อออินซูลินในกลุ่มประชากรวัยกลางคนซึ่งเป็นพยาธิกำเนิดสำคัญต่อการเป็น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยมีค่าความไวและความจำเพาะค่อนข้างหลากหลายในแต่ละการศึกษาและยังไม่มี ความชัดเจนมากเพียงพอ⁽⁹⁾ เช่นเดียวกับการศึกษาแบบ systemic review ของ Liong

Boy Kurniawan ที่พบค่าความไว ความจำเพาะ และจุดตัดของ TyG index ที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับเชื้อชาติ ดัชนีมวลกาย และปัจจัยร่วมอื่นๆ ของแต่ละกลุ่มประชากร โดยจุดตัดช่วง 8.00-8.51 มีค่าความไวและความจำเพาะ ตั้งแต่ ร้อยละ 62 ถึง 76 และร้อยละ 60 ถึง 87 ตามลำดับ โดย TyG index ที่มีค่ามากกว่า 8.97 มีโอกาสเป็น โรคเบาหวานมากกว่า TyG index ที่มีค่าน้อยกว่า 8.21⁽¹⁰⁾ ประกอบกับผลการศึกษาเมื่อปรับเพิ่มจุดตัดขึ้นมา ที่ 9 จะพบว่ามีค่าความจำเพาะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 80.93 ดังนั้นการปรับเพิ่มค่าจุดตัดของ TyG index จะช่วยลดการเกิดผลบวกหลวง (false positive) ในผู้ป่วยที่กำลังจะเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มความจำเพาะของ เครื่องมือให้มีความเหมาะสมต่อการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในคนไทยมากยิ่งขึ้น

สำหรับ TG/HDL ratio ของประชากรที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลลำปาง เมื่อจุดตัด (cut-off point)

ของ TG/HDL ratio อยู่ที่ 3⁽⁷⁾ พบค่าความไวร้อยละ 40.68 และความจำเพาะร้อยละ 73.74 ซึ่งมี ค่าความไวต่ำ แต่มีค่าความจำเพาะค่อนข้างสูง จึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นเครื่องมือในการคัดกรอง และวินิจฉัยโรคถึงแม้ค่าความจำเพาะจะสูงแต่ค่า overall validity มีค่าเพียงร้อยละ 63.09 เท่านั้น จากการ ศึกษาท่อนหน้าในประชากรชาวอเมริกัน พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง TG/HDL ratio ต่อภาวะดื้อต่อ อินซูลิน และจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณระหว่าง odds ratio ในการเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินและค่า TG/HDL ratio พบจุดหักเห (inflection point) ของ TG/HDL ratio เท่ากับ 1.06⁽¹¹⁾ และ กราฟเชิงเส้นเริ่มคงที่เมื่อ TG/HDL ratio เข้าใกล้ 2 รวมไปถึงการศึกษาในประชากรจีน พบความสัมพันธ์ เชิงบวกระหว่าง TG/HDL ratio และโอกาสในการเป็นโรคเบาหวานอย่างมีนัยสำคัญ โดยจุดหักเหของ TG/HDL ratio มีค่าเท่ากับ 1.19 ต่อโอกาสในการเป็นโรคเบาหวาน⁽¹²⁾ ซึ่งกราฟเชิงเส้นเริ่มคงที่เมื่อ TG/HDL ratio เข้าใกล้ 2 เช่นเดียวกัน ประกอบกับการศึกษาเมื่อปรับลดจุดตัดลงมาที่ 2 จะพบค่าความไวเพิ่มขึ้น เป็นร้อยละ 67.94 จึงควรปรับจุดตัดลงเพื่อเพิ่มโอกาสในการคัดกรองประชากรไทยที่มีความเสี่ยงต่อการเป็น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้มากยิ่งขึ้น

หากเปรียบเทียบและวิเคราะห์พื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่าง TyG index และ TG/HDL ratio เพื่อพิจารณาถึง overall test accuracy พบว่าทั้ง TyG index (AUC-ROC 54.67%) และ TG/HDL ratio (AUC-ROC 57.21%) ไม่เหมาะสมในการเป็นเครื่องมือในการจำแนกการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 หรือ poor discrimination (AUC-ROC: 50-60%)⁽¹³⁾ เนื่องจาก acceptable discrimination test ที่พอรับได้ AUC-ROC ควรจะมากกว่าหรือเท่ากับ 70% ขึ้นไป ในการศึกษาของ Nermina Babic และคณะ พบว่าทั้ง TyG index และ TG/HDL ratio มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับน้ำตาลสะสมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มที่ระดับน้ำตาลสะสมมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 7 อย่างไรก็ตาม TG/HDL ratio เหมาะสมกับการนำมาใช้

ติดตามการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในขณะที่ TyG index เหมาะสำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วนและน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน⁽¹⁴⁾ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Selvi NMK และคณะ ที่พบว่าทั้ง TyG index, TyG-BMI (triglyceride glucose-body mass index) and TyG-WC (triglyceride glucose-waist circumference) ต่างมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ กับค่า น้ำตาลสะสมในการติดตามความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลสำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดย TG/HDL ratio เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินภาวะดื้อต่ออินซูลินในผู้ป่วยที่น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ⁽¹⁵⁾ ดังนั้นทั้ง TyG index และ TG/HDL ratio อาจไม่เหมาะสมสำหรับการเป็นเครื่องมือเพื่อวินิจฉัยการเป็นเบาหวาน ชนิดที่ 2 เนื่องด้วยเครื่องมือ ดังกล่าวนิยมใช้ประเมินความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วย โรคเบาหวานชนิดที่ 2 มากกว่า ประกอบกับ TyG index และ TG/HDL ratio ต่างมีข้อบ่งใช้ในกลุ่มประชากร ที่มีลักษณะต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับอายุ น้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกาย สถานะการดำเนินของโรคและปัจจัยอื่นๆ รวมไปถึงค่าความแม่นยำของทั้งสองเครื่องมือยังไม่คงที่ในแต่ละการศึกษา จึงอาจไม่สามารถนำมาใช้ทดแทน การวินิจฉัยการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ใช้ในปัจจุบันได้ อย่างไรก็ตามการพิจารณาปรับจุดตัดสามารถเพิ่ม ความแม่นยำของเครื่องมือในการคัดกรองหรือวินิจฉัยโรคได้ ทั้งนี้ควรคำนึงถึงปัจจัยร่วมอื่นๆ เพื่อพัฒนาเครื่องมือให้มีความเหมาะสมต่อลักษณะกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มต่อไป

ข้อจำกัด

การรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยที่ได้มาจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ของโรงพยาบาลลำปาง เป็นการศึกษา ช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่งตามการศึกษาแบบภาคตัดขวางเท่านั้น รวมไปถึงผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาล ลำปางส่วนใหญ่ มักจะเป็นประชากรในเขตเมือง ซึ่งอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ทั้งหมดได้ ทั้งผลลัพธ์ที่อาจแตกต่างกันเวลาที่ต่างกัน หรือความหลากหลายทางเชื้อชาติ

และถิ่นที่อยู่อาศัยของกลุ่มประชากร นอกจากนี้ยังขาดการควบคุมตัวแปรร่วมอื่นๆ อาทิ ดัชนีมวลกาย โรคประจำตัวร่วม การใช้ยาบางชนิด ชนิดของอาหารและรูปแบบการออกกำลังกาย เป็นต้น ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละบุคคล ซึ่งอาจมีผลต่อค่าความแม่นยำของ TyG index และ TG/HDL ratio ได้

การใช้ reference standard ในการศึกษานี้ ใช้การวินิจฉัยผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จากประวัติการเคยได้รับการวินิจฉัยจากการลงรหัส ICD10 ก่อนหน้าที่มีการเจาะเลือด อาจเกิด misclassification bias ได้ ยกตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยไม่เคยได้รับการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มาก่อน แต่มีผลระดับน้ำตาลในเลือดสูงจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเป็นผู้ป่วยปกติ ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแม่นยำในการศึกษานี้ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในรูปแบบงานวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลพื้นที่ใต้โค้ง ROC ระหว่าง TyG index และ TG/HDL ratio เพื่อพิจารณาถึง overall test accuracy พบว่ายังไม่เหมาะสมต่อการเป็นเครื่องมือเพื่อนำมาใช้ทดแทนการวัดระดับน้ำตาลสะสมในการวินิจฉัยการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ จึงควรมีการเก็บข้อมูลในกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่และหลากหลายเพียงพอต่อการเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาที่เหมาะสม และควรศึกษาถึงปัจจัยที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแม่นยำของ TyG index และ TG/HDL ratio นำไปวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เพื่อนำมาใช้ในการทำนายและติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าของเครื่องมือ ให้มีความแม่นยำมากขึ้นต่อไปในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

จากผลการวิจัย TyG index และ TG/HDL ratio เป็นเครื่องมือที่อาจใช้ประกอบการคัดกรองหรือการวินิจฉัยการเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ รวมไปถึงการปรับเพิ่มหรือลดจุดตัดของ TyG index และ TG/HDL ratio ตามลำดับ อาจช่วยเพิ่มความแม่นยำของเครื่องมือให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่สถานบริการ

ยังมีข้อจำกัดในการตรวจระดับน้ำตาลสะสม สามารถนำไปใช้เพื่อลดค่าใช้จ่าย แต่อาจต้องคำนึงถึงผลลบลง (false negative) และผลบวกลง (false positive) ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. International Diabetes Federation. IDF diabetes atlas 10th edition [Internet]. 2021 [cited 2024 Jan 19]. 141 p. Available from : https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/07/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf
2. Ministry of Public Health (TH). Diabetes Mellitus Type 2 incidence in 2023 [Internet]. 2023 [cited 2024 Jan 19]. Available from: https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?source=p-formated/format1.php&cat_id=6a1fdf282f-d28180eed7d1cfe0155e11&id=cefa42b-9223ec4d1969c5ce18d762bdd (in Thai)
3. Fowler MJ. Microvascular and macrovascular complications of diabetes. Clin diabetes 2008; 26(2):77-82.
4. Diabetes Association of Thailand. Clinical Practice Guideline for Diabetes 2023 [Internet]. Bangkok. Srimuang Printing; 2023 [cited 2024 Jan 19]. 282 p. Available from: https://drive.google.com/file/d/1OAI DiCyGsJYA1-wTAXoOu6yL_YL9c7IG/view (in Thai)
5. Hosseini SM. Triglyceride-glucose index simulation. J Clin Basic Res 2017;1(1):11-6.
6. Anivatthira P. The correlation of triglyceride glucose index (TyG index) and hemoglobin A1C (HbA1C) in patients with type 2 diabetes. Dis Control J 2023;49(2):379-88. (in Thai)
7. Momin A, Bankar M, Bhoite G. Determination of HOMA IR cut off value, and efficiency of lipids and lipoprotein ratios as discriminator of insulin resistance in type 2 diabetes mellitus

- patients. *IOSR J Pharm Biol Sci* 2014;4:9-14.
8. Jabeen WM, Jahangir B, Khilji S, Aslam A. Association of triglyceride glucose index and triglyceride HDL ratio with glucose levels, microvascular and macrovascular complications in Diabetes Mellitus Type-2. *Pak J Med Sci* 2023;39(5):1255.
9. Sánchez-García A, Rodríguez-Gutiérrez R, Mancillas-Adame L, González-Nava V, Daz González-Colmenero A, Solís RC, et al. Diagnostic accuracy of the triglyceride and glucose index for insulin resistance: a systematic review. *Int J Endocrinol* 2020;2020(1):4678526.
10. Kurniawan LB. Triglyceride-Glucose Index As A Biomarker Of Insulin Resistance, Diabetes Mellitus, Metabolic Syndrome, And Cardiovascular Disease: A Review. *eJIFCC* 2024;35(1):44.
11. Gong R, Luo G, Wang M, Ma L, Sun S, Wei X. Associations between TG/HDL ratio and insulin resistance in the US population: a cross-sectional study. *Endocr Connect* 2021;10(11):1502-12.
12. Chen Z, Hu H, Chen M, Luo X, Yao W, Liang Q, et al. Association of Triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and incident of diabetes mellitus: a secondary retrospective analysis based on a Chinese cohort study. *Lipids Health Dis* 2020;19:1-11.
13. Knottnerus JA, Muris JW. Assessment of the accuracy of diagnostic tests: the cross-sectional study. *J Clin Epidemiol* 2003;56(11):1118-28. doi: 10.1016/s0895-4356(03) 00206-3. PMID: 14615003.
14. 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.
15. Selvi NMK, Nandhini S, Sakthivadivel V, Lokesh S, Srinivasan AR, Sumathi S. Association of triglyceride-glucose index (TyG index) with hbA1c and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus. *Maedica* 2021;16(3):375.