

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสต่อการเกิดโรคไตเรื้อรัง
ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลโนนสูง: การติดตามระยะเวลา 10 ปี
Triglyceride-glucose Index is Prospectively Associated with Chronic
Kidney Disease Progression in Type 2 Diabetes
at Non Sung Hospital: A Follow up 10 Years

สุคนธา เมืองจันทร์, พ.บ.*

Sukontha Muangchan, M.D.*

*กลุ่มงานการแพทย์ โรงพยาบาลโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย 30160

*Department of Medical service association, Non Sung Hospital, Nakhonratchasima Province, Thailand, 30160

Corresponding author, Email address: muangchan.sukontha@gmail.com

Received: 27 Feb 2024. Revised: 23 Apr 2024. Accepted: 05 Jul 2024

บทคัดย่อ

- หลักการและเหตุผล** : ความต้านทานต่ออินซูลิน (IR) เป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงของโรคไตเรื้อรัง (CKD) และโรคเบาหวาน ดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (TyG) ถือเป็นทางเลือกในการทำนายความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี TyG และความรุนแรงของโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวาน
- วัตถุประสงค์** : เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลโนนสูง
- วิธีการศึกษา** : เป็นการศึกษาข้อมูลแบบ retrospective study ศึกษาในประชากรผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน ในโรงพยาบาลโนนสูง ระหว่างปี พ.ศ. 2555 - พ.ศ. 2557 และถูกติดตามค่าผลทางห้องปฏิบัติการ ค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส โดยการ $TyG, \text{triglyceride-glucose index} = (TyG = \ln [Fasting \text{ triglyceride (mg/dL)} \times Fasting \text{ glucose (mg/dL)}] / 2)$ ไปข้างหน้าอีก 10 ปี เพื่อดูการพัฒนากการเกิดโรคไตเรื้อรัง วิเคราะห์ข้อมูลแบบ survival analysis
- ผลการศึกษา** : ผู้ป่วยเบาหวานที่สามารถติดตามได้ครบระยะเวลา 10 ปี จำนวน 115 ราย พบผู้ป่วยเป็นโรคไตเรื้อรัง 70 ราย คิดเป็นร้อยละ 60.9 มีระยะฐานการพัฒนารโรคเป็นโรคไตเรื้อรัง 5.2 ปี จุดตัดที่เหมาะสมในการทำนายค่า baseline triglyceride-glucose index คือ 5.1 ซึ่งมีความไว ร้อยละ 54.0 ค่าความจำเพาะ ร้อยละ 58.0 ค่า ROC = 0.6 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยแบบ multiple cox regression พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลผู้ป่วยเบาหวานต่อการพัฒนาป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังคือ อายุมากกว่า 60 ปี (ad.HR=3.4 เท่า; 95%CI 1.8-6.5; p-value <0.01) โรคประจำตัวความดันโลหิตสูง (ad.HR=2.0 เท่า; 95%CI 1.0-3.7; p-value =0.03) และค่า triglyceride-glucose index ในปีแรกที่เพิ่มขึ้น (ad.HR=2.5 เท่า; 95%CI= 1.0-6.3; p-value =0.04)
- สรุปผล** : เมื่อป่วยเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ระยะเวลา 5.2 ปี สามารถพัฒนาเป็นโรคไตเรื้อรังได้ อย่างไรก็ตาม ควรเฝ้าระวังผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไป มีโรคประจำตัวความดันโลหิตสูง และค่า baseline ของไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสเพื่อลดโอกาสการพัฒนากการเกิดโรคไตเรื้อรังในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานได้
- คำสำคัญ** : ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โรคไตเรื้อรัง ดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส

ABSTRACT

- Background** : Insulin resistance (IR) is a crucial risk factor for chronic kidney disease (CKD) and diabetes. The triglyceride-glucose (TyG) index emerges as an alternative method for prediction.
- Objective** : This study aims to explore the association between the TyG index and the severity of CKD in diabetic patients.
- Methods** : This study is a retrospective data analysis conducted on a population of patients diagnosed with type 2 diabetes at Non-Sung Hospital between 2012 and 2014. Follow-up assessments were based on laboratory results, specifically triglyceride-glucose values calculated using the TyG index ($TyG = \ln[\text{Fasting triglyceride (mg/dl)} \times \text{Fasting glucose (mg/dl)}] / 2$). The patients were monitored for an additional ten years to observe the progression of chronic kidney disease using survival analysis for data analysis.
- Results** : Out of the 115 diabetic patients tracked over a 10-year period, 70 patients (60.9%) were identified as having chronic kidney disease. The median time for progression to chronic kidney disease was 5.2 years. The cutoff point for prediction was determined as a baseline triglyceride-glucose index value of 5.1, demonstrating a sensitivity of 54.0%, specificity of 58.0%, and an ROC value of 0.6. In the analysis of multiple Cox regression factors, it was observed that older age, particularly over 60 years, significantly influences the development of chronic kidney disease in diabetic patients (adjusted Hazard Ratio (ad.HR) = 3.4, 95% CI 1.8-6.5, p-value < 0.01). Additionally, high blood pressure was identified as a contributing factor (ad.HR = 2.0, 95% CI 1.0-3.7, p-value = 0.03), and an increase in the triglyceride-glucose index value during the first year also exhibited a significant association (ad.HR = 2.5, 95% CI 1.0-6.3, p-value = 0.04).
- Conclusions** : Diabetic patients may develop chronic kidney disease after an average duration of 5.2 years. It is essential to monitor patients aged 60 years and over who also have chronic high blood pressure and elevated baseline triglyceride-glucose levels. This proactive approach aims to reduce the likelihood of chronic kidney disease development in diabetic patients.
- Keywords** : Type 2 diabetes, kidney disease, Triglyceride-glucose index.

หลักการและเหตุผล

โรคเบาหวานเป็นปัญหาสาธารณสุขระดับโลกที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง⁽¹⁾ ในประเทศไทยพบอัตราการเกิดโรคเบาหวานเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 จนถึงปี พ.ศ. 2563 ข้อมูลล่าสุดของกรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุขรายงานว่า โรคเบาหวานมีอัตราส่วนที่สูงขึ้น โดยเฉพาะโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จากสถิติปี พ.ศ. 2563 พบอัตราส่วนคนที่เป็นโรคเบาหวานประมาณร้อยละ 11.7 ของประชากรทั้งหมด หรือประมาณ 8.4 ล้านคน⁽²⁾ โรคเบาหวานเป็นภาวะที่เกิดจากความผิดปกติในการควบคุมระดับน้ำตาลในร่างกาย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น ทางตา หัวใจและไต โรคไต ในผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถเกิดได้จากโรคเบาหวานเองโดยตรง หรือจากภาวะอื่นที่พบในผู้ป่วย นอกจากนี้ยังพบว่าโรคเบาหวานเป็นสาเหตุที่สำคัญของภาวะไตวายในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น ซึ่งอาจเกิดจากการลดลงของความชุกของโรคไตชนิดอื่นๆ รวมถึงมีผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีอายุยืนขึ้น ในประเทศไทยก็พบผู้ป่วยที่เกิดภาวะไตวายจากโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นเช่นกัน⁽³⁾

ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มักเกิดจากความต้านทานของอินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีหน้าที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ป่วยที่มีความต้านทานของอินซูลินมักมีระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงกว่าปกติ และค่ากลูโคสในเลือดสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดการเก็บรักษาไตรกลีเซอไรด์เป็นไขมันในร่างกาย นอกจากนี้การมีระดับกลูโคสสูงในเลือดยังเป็นตัวบ่งชี้ว่าร่างกายไม่สามารถใช้น้ำตาลในเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้เกิดการสะสมน้ำตาลและไตรกลีเซอไรด์ในร่างกาย การมีระดับไตรกลีเซอไรด์และกลูโคสสูงสามารถทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะเป็นโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2⁽⁴⁾ และพบว่าระดับยูริกและฮิดในเลือดที่เพิ่มขึ้นก็มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งอาจเป็นผลที่เกิดจากค่าไตรกลีเซอไรด์และกลูโคสที่สูง⁽⁵⁾

ค่าไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) เป็นรูปแบบหนึ่งของไขมันในเลือด ซึ่งเกิดจากการเก็บสะสมไขมันใน

ร่างกาย ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสามารถวัดได้โดยใช้การตรวจเลือด ระดับปกติจะอยู่ในช่วง 150-200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร หรือ 1.7-2.3 mmol/L ในผู้ป่วยเบาหวาน ระดับไตรกลีเซอไรด์ควรอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 150 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร หรือ 1.7 mmol/L⁽⁶⁾ ค่าไตรกลีเซอไรด์สามารถมีผลต่อการเกิดโรคไตได้หลายปัจจัย ได้แก่ 1) เสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรัง และอาจเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนทางไตอื่นๆ เช่น ไตวาย ความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจอื่นๆ 2) การเป็นเบาหวานมักเป็นตัวชี้วัดของการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางหลอดเลือด ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการสะสมไตรกลีเซอไรด์ในหลอดเลือด เสี่ยงทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือด ทำให้การไหลเวียนของเลือดไปยังไตลดลง และเป็นเหตุให้เกิดภาวะไตวายได้⁽⁷⁾ มีการศึกษาพบว่าค่าไตรกลีเซอไรด์มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเสื่อมของไตในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในช่วงเวลาที่ติดตาม 5 ปี โดยค่าไตรกลีเซอไรด์สูงมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเสื่อมของไตในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยส่งผลต่อการทำงานของสาร pigment epithelium-derived factor (PEDF) ซึ่งเป็นสารที่มีความสำคัญในการควบคุมการเสื่อมของไตในผู้ป่วยเบาหวาน⁽⁸⁾

ค่าไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (Triglyceride-Glucose, TyG) คือตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและหลอดเลือดอื่นๆ โดยค่า TyG สามารถวัดได้จากการระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดและระดับกลูโคสในเลือด โดยค่า TyG น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8.8 ถือเป็นค่าปกติ แต่ค่าที่สูงกว่า 8.8 อาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเส้นเลือดหัวใจและหลอดเลือดอื่นๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคเส้นเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคไตเรื้อรัง หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเส้นเลือด การคำนวณ TyG index ใช้สูตรดังนี้⁽⁹⁾: $TyG\ index = \ln [\text{ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) (mg/dL)} \times \text{ระดับน้ำตาลในเลือด (glucose) (mg/dL)} \div 2]$ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบค่าจุดตัดที่เหมาะสมของค่าไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวาน คือ 9.17⁽¹⁰⁾ หลายงานวิจัยได้พิจารณา TyG index เป็นตัวบ่งชี้ที่สามารถใช้ทำนายความเสี่ยง

ของโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ เช่น การศึกษาของ Low et al. (2022)⁽³⁾ พบว่า ค่า TyG index สูง มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 การใช้ TyG index เพื่อประเมินความเสี่ยงของโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 สามารถช่วยในการคัดกรองและการติดตามผู้ป่วยเพื่อการดูแลและการป้องกันโรคไตเรื้อรังในระยะยาวได้ อย่างไรก็ตาม ค่าจุดตัดที่ใช้กำหนดว่า TyG index สูงหรือต่ำเพียงพอในการทำนายโรคไตเรื้อรังอาจแตกต่างกันไปในแต่ละงานวิจัย ดังนั้น การใช้ TyG index ในประเมินความเสี่ยงของโรคไตเรื้อรังควรพิจารณาพร้อมกับค่าจุดตัดที่เหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (Triglyceride-Glucose Index, TyG index) ต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 สามารถช่วยหาระบบกลุ่มผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดเป็นโรคไตเรื้อรังได้ และนำไปสู่การวางแผนดูแลรักษาที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นอกจากนี้การควบคุมระดับไตรกลีเซอไรด์และกลูโคสในเลือดอย่างมีประสิทธิภาพอาจช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (Triglyceride-Glucose Index, TyG index) ต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในประเทศไทย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลโนนสูง เพื่อหาค่าจุดตัดที่เหมาะสมของค่าไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวาน ในโรงพยาบาลโนนสูง และนำผลการศึกษาดังกล่าวไปช่วยในการระบุกลุ่มเสี่ยงของผู้ป่วยเบาหวานที่มีโอกาสจะพัฒนากลายเป็นผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง พร้อมนำไปวางแผนการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสต่อการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลโนนสูง

เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลโนนสูง

วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษารูปแบบย้อนหลังและไปข้างหน้า retrospective cohort study ประชากรที่ศึกษา คือผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานรายใหม่ในโรงพยาบาลโนนสูง ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 - ธันวาคม พ.ศ. 2557 และถูกติดตามค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส ไปข้างหน้าอีก 10 ปี เพื่อดูการพัฒนาการเกิดโรคไตเรื้อรัง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 หมายถึง ผู้ป่วยที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวาน ชนิดที่ 2 ครั้งแรก (First diagnosis) ที่รักษาในโรงพยาบาลโนนสูง ภายในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557
2. ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคไตเรื้อรัง หมายถึง ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ครั้งแรก (First diagnosis) ที่รักษาในโรงพยาบาลโนนสูง เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 และถูกวินิจฉัยด้วยเกณฑ์ KDIGO guideline⁽¹¹⁾ ซึ่งหมายถึงความผิดปกติของโครงสร้างหรือการทำงานของไต ซึ่งเกิดขึ้นเป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน และมีผลกระทบต่อสุขภาพ จัดตามหมวดหมู่ eGFR (G1-G5) และ Albuminuria (A1-A3)
3. ค่าไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (Triglyceride-Glucose Index, TyG index) หมายถึง ค่าดัชนีที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน ค่า TyG index คำนวณจากค่าระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (triglyceride) และระดับน้ำตาลในเลือด (glucose) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในโรงพยาบาลโนนสูง

4. ไขมันในเลือดสูง หมายถึง ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีโรคไขมันในเลือดสูงร่วมด้วยภายในระยะเวลาการติดตาม 10 ปี

5. ไตวายเฉียบพลัน หมายถึง ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีโรคไตวายเฉียบพลันร่วมด้วยภายในระยะเวลาการติดตาม 10 ปี

6. พฤติกรรมการใช้ NSAID หมายถึง ผู้ป่วยที่มีพฤติกรรมการใช้ยาต้านอักเสบชนิดไม่ใช่สเตียรอยด์ภายในระยะเวลาการติดตาม 10 ปี

7. พฤติกรรมการสูบบุหรี่ หมายถึง ผู้ป่วยที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ ภายในระยะเวลาการติดตาม 10 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยนำกลุ่มผู้ป่วยทั้งหมดที่ได้รับการวินิจฉัยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ครั้งแรกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 เกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ 1) ผู้ป่วยอายุ 18 ปีขึ้นไป 2) ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคเบาหวานรายใหม่ที่ไม่เคยได้รับการวินิจฉัยโรคไตเรื้อรัง เกณฑ์คัดออก ได้แก่ 1) เวชระเบียนของผู้ป่วยไม่ครบถ้วน 2) เป็นโรคมะเร็ง 3) สตรีตั้งครรภ์ที่มีภาวะเบาหวาน 4) ผู้ป่วยที่เป็นโรคไตเรื้อรังจากสาเหตุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เบาหวาน หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลและคัดเลือกรายชื่อจากเกณฑ์คัดเข้า-เกณฑ์คัดออก ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 115 ราย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สถิติพรรณนา กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และในกรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ นำเสนอค่ามัธยฐาน และ Interquartile range

2. ใช้สถิติเชิงอนุมาน วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มใช้สถิติ Log-rank test ใช้สถิติ Cox regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่สนใจกับตัวแปรตาม โดยนำเสนอค่า Adjusted hazard ratio, 95% confident interval

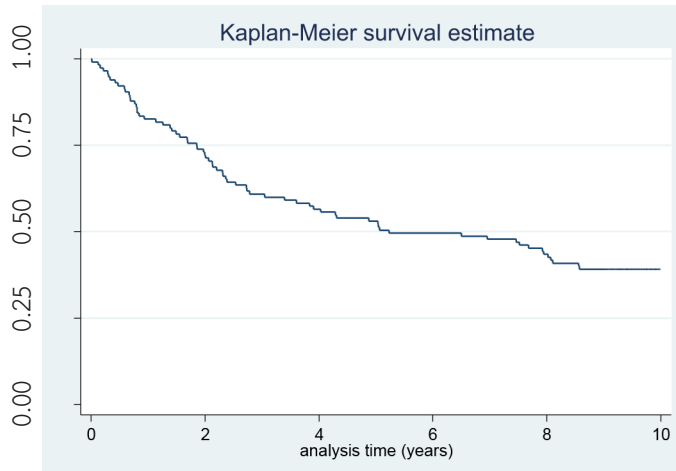
ค่า p-value และวิเคราะห์หาค่าจุดตัดที่เหมาะสมโดยใช้ diagnostic test แสดงค่าความไว ความจำเพาะ และ ROC area กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการประเมินจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา เลขที่โครงการวิจัย NRPH 083 วันที่รับรอง 16 สิงหาคม พ.ศ. 2566

ผลการศึกษา

จากข้อมูลในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555-เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ในโรงพยาบาลโนนสูง จำนวน 115 ราย ถูกติดตามเป็นระยะเวลา 10 ปี พบผู้ป่วยเป็นโรคไตเรื้อรัง 70 ราย (ร้อยละ 60.9) ส่วนใหญ่เป็นโรคไตเรื้อรังในระยะที่ 2 (ร้อยละ 54.3) รองลงมาเป็นระยะที่ 3 (ร้อยละ 32.9) มัธยฐานการพัฒนาโรคเป็นโรคไตเรื้อรัง 5.2 ปี (ภาพที่ 1) เมื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังและไม่เป็นโรคไตเรื้อรัง พบว่า อายุ และโรคประจำตัวร่วม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยส่วนใหญ่ผู้ป่วยเป็นโรคไตเรื้อรัง มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี (ร้อยละ 75.7) และมีโรคประจำตัวร่วมไขมันในเลือดสูง (ร้อยละ 81.4) รองลงมา คือ ความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 75.7) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 มัธยฐานการเกิดโรคไตเรื้อรัง (CKD) ในผู้ป่วยเบาหวาน

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและผลตรวจทางห้องปฏิบัติการของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

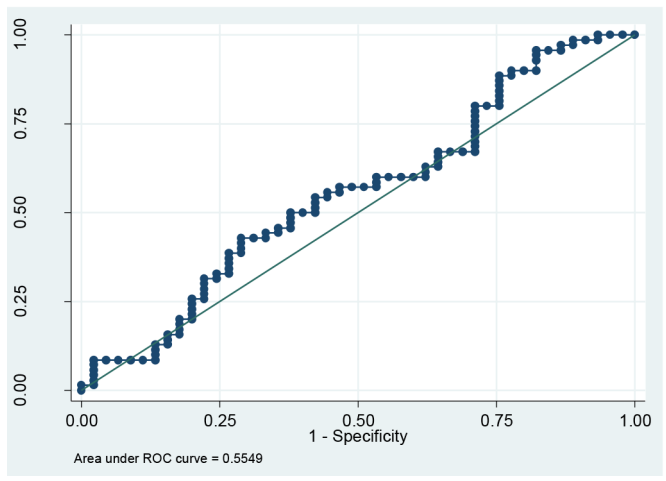
ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(ร้อยละ)/ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			p-value
	No CKD (n=45)	CKD (n=70)	total (n=115)	
เพศ				0.18
ชาย	12 (26.6%)	27 (38.7%)	27 (38.5%)	
หญิง	33 (73.3%)	43 (61.3%)	43 (61.5%)	
อายุ				<0.01
<60 ปี	26 (57.8%)	17 (24.3%)	43 (37.4%)	
≥60 ปี	19 (42.2%)	53 (75.7%)	72 (62.6%)	
โรคประจำตัวร่วม				0.024
ความดันโลหิตสูง	25 (55.6%)	53 (75.7%)	78 (67.8%)	
ไขมันในเลือดสูง	38 (84.4%)	57 (81.4%)	95 (82.6%)	
ไตวายเฉียบพลัน	2 (4.4%)	6 (8.6%)	8 (6.9%)	
โรคเก๊าท์	0 (0%)	5 (7.1%)	5 (4.3%)	
พฤติกรรมการใช้ยา NSAID	9 (20.1%)	11 (15.7%)	20 (17.4%)	0.55
สูบบุหรี่	4 (8.9%)	10 (14.3%)	14 (12.2%)	0.38
ภาวะแทรกซ้อน				
ตา	5 (11.1%)	9 (12.9%)	14 (12.2%)	0.78
เท้า	0 (0%)	2 (2.9%)	2 (1.7%)	0.25
โรคหลอดเลือดในสมอง	1 (2.2%)	4 (5.7%)	5 (4.3%)	0.37
ระยะไตเรื้อรัง				
ระยะที่ 1	-	3 (4.3%)	-	-
ระยะที่ 2	-	38 (54.3%)	-	-
ระยะที่ 3	-	23 (32.9%)	-	-
ระยะที่ 4	-	6 (8.6%)	-	-

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและผลตรวจทางห้องปฏิบัติการของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน(ร้อยละ)/ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			p-value
	No CKD (n=45)	CKD (n=70)	total (n=115)	
ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการครั้งแรกของผู้ป่วยเบาหวาน				
ค่าความดันโลหิตตัวบน (SBP) (mmHg)	123.3±12.4	125.0±15.3	124.3±14.2	0.51
ค่าความดันโลหิตตัวล่าง (DBP) (mmHg)	73.7±8.8	73.6±12.1	73.6±10.9	0.96
Hemoglobin A1C (HbA1c)(%)	7.8±1.7	8.8±7.0	8.4±5.6	0.36
Low-Density Lipoprotein (LDL) (mg/dL)	143.0±36.4	140.0±30.4	141.2±32.7	0.62
Cholesterol (mg/dL)	211.9±51.5	210.5±43.1	211.1±46.3	0.87
Fasting plasma glucose (mg/dL)	164.1±46.2	174.1±68.6	170.2±60.7	0.39
Triglycerides (mg/dL)	183.7±111.5	219.1±168.6	205.2±149.3	0.21
ดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (TyG)	5.1±0.4	5.1±0.3	5.1±0.4	0.19

เมื่อวิเคราะห์หาค่าจุดตัดที่เหมาะสม โดยใช้ diagnostic test พบว่า จุดตัดที่เหมาะสมในการทำนายค่า triglyceride-glucose index ปีแรก คือ 5.1 ซึ่งมีความไว ร้อยละ 54.0 ค่าความจำเพาะ ร้อยละ 58.0

ค่า ROC = 0.6 (ภาพที่ 2) เมื่อติดตามการเกิดเหตุการณ์ในผู้ป่วยเบาหวานพบว่า ที่ระยะเวลา 1 ปี 3 ปี และ 5 ปี ผู้ป่วยเบาหวานสามารถรอดจากการพัฒนาเป็นโรคไตเรื้อรังได้ร้อยละ 82.6 60.9 และ 53.0 (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 2 จุดตัดที่เหมาะสมของการ triglyride glucose index

ตารางที่ 3 ระยะเวลาการปลอดการเกิดโรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease; CKD) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ระยะเวลาที่ติดตาม	จำนวนการติดตาม	จำนวนพัฒนาเป็นโรคไต	การปลอดการเกิดโรคไต
1 ปี	96	20	82.6%
3 ปี	71	13	60.9%
5 ปี	62	4	53.0%

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Multiple cox regression) พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวาน

ชนิดที่ 2 ได้แก่ อายุ (Adj.HR = 3.4; 95%CI = 1.8-6.5), โรคความดันโลหิตสูง (Adj.HR = 2.0; 95%CI = 1.0-3.7) และค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (TyG) (Adj.HR = 2.5; 95%CI = 1.0-6.3) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไตเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ตัวแปร	Adj.HR	95% CI	p-value
เพศ หญิง	1.1	0.8-1.5	0.60
อายุ 60 ปี	3.4	1.8-6.5	<0.01
ไตวายเรื้อรังเฉียบพลัน	1.4	0.6-3.5	0.44
การใช้ยา NSAID	1.1	0.5-2.2	0.79
โรคความดันโลหิตสูง	2.0	1.0-3.7	0.03
ไขมันในเลือดสูง	0.7	0.4-1.4	0.27
การสูบบุหรี่	1.6	0.7-3.7	0.27
ค่าความดันโลหิตตัวบน (SBP)	1.0	1.0-1.0	0.59
ค่าความดันโลหิตตัวล่าง (DBP)	1.0	1.0-1.1	0.29
HbA1c	1.0	0.9-1.2	0.95
LDL	1.0	1.0-1.1	0.55
Cholesterol	1.0	1.0-1.1	0.58
ดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (TyG)	2.5	1.0-6.3	0.04

อภิปรายผล

ความชุกของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั่วโลก การแพร่ระบาดของโรคเบาหวานมีผลกระทบต่อการพัฒนาของโรคไตจากเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease, DKD)⁽¹²⁾ DKD หมายถึงโรคเบาหวานที่มีส่วนร่วมกับไต โดยแสดงเป็นภาวะอัลบูมินูรีและ/หรืออัตราการกรองไตบกพร่อง (GFR) ซึ่งการศึกษาในไต้หวันศึกษาในกลุ่มผู้ใหญ่จำนวนมากครั้งล้านคนระหว่างปี ค.ศ. 1994 ถึง ค.ศ. 2008 พบว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานและภาวะไตวายระยะเริ่มแรกมีอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ย 16 ปี เมื่อเทียบกับประชากรทั่วไป⁽¹³⁾ อย่างไรก็ตาม ความท้าทายที่สำคัญคือการตรวจหาและการจัดการ DKD ตั้งแต่เนิ่นๆ เพื่อให้การรักษาเป็นสิ่งสำคัญในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

การศึกษานี้ได้ศึกษาจากข้อมูลผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 115 ราย ที่สามารถติดตามได้ครบระยะเวลา 10 ปี พบผู้ป่วยเป็นโรคไตเรื้อรัง 70 รายคิดเป็นร้อยละ 60.9 ซึ่งสูงกว่าการวิจัยในประเทศเอธิโอเปียพบว่าทั้งหมด 51 ราย (ร้อยละ 10.3) พัฒนา CKD ในช่วงติดตามผล 10 ปี⁽¹⁴⁾ เกาหลี (ร้อยละ 12.1)⁽¹⁵⁾ และสเปน (ร้อยละ 10.2)⁽¹⁶⁾ อย่างไรก็ตาม ความชุกของผู้ป่วยในการศึกษานี้ถือว่าสูงกว่าการศึกษานอื่นๆ เนื่องจาก

inclusion ประชากรตั้งแต่พบค่าไตที่ระยะที่ 1 จุดตัดที่เหมาะสมในการทำนายค่า baseline triglyceride-glucose index คือ 5.1 ซึ่งมีความไว ร้อยละ 54.0 ค่าความจำเพาะ ร้อยละ 58.0 ค่า ROC = 0.6 ซึ่งต่างกับการศึกษาของ Suyan Duan⁽¹⁰⁾ พบว่าค่าจุดตัดที่เหมาะสมที่สุดของดัชนี TyG คือ 9.2 นอกจากนี้ Juan Salazar และคณะ⁽¹⁷⁾ พบว่า จุดตัดที่ 4.5 จะพบภาวะไตอินซูลิน และค่าจุดตัด TyG ของการศึกษานี้ต่ำกว่าการศึกษาของ Yanjuan Jiang และคณะ⁽¹⁸⁾ ที่พบว่าค่าจุดตัดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับดัชนี TyG ในการวินิจฉัย DKD คือ 10.08 (AUC = 0.5706, ความไว = 48.74%, ความจำเพาะ = 66.48%) อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความไวและความจำเพาะใกล้เคียงกัน ดังนั้นค่า TyG อาจไม่เพียงพอในการวินิจฉัย CKD จึงควรหาตัวแปรร่วมในการทำนายต่อ

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยแบบ multiple cox regression พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลผู้ป่วยเบาหวานต่อการพัฒนาป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังคือ อายุมากกว่า 60 ปี มีความเสี่ยงกับการเกิด CKD 3.4 เท่า (Adj. HR = 3.4 เท่า; 95 % CI 1.8 - 6.5; p-value <0.01) สอดคล้องกับ Shewaneh Damtie⁽¹⁹⁾ อายุมากขึ้นมีความสัมพันธ์กับ

การเกิด CKD 5.2 เท่า (AOR: 5.3, 95% CI: 2.3-12.2) เป็นไปได้ว่า อุบัติการณ์และความชุกของโรค CKD เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออายุมากขึ้นนอกจากนี้ ความชุกของโรคไตวายเรื้อรังระยะที่ 1 หรือ 2 และระยะที่ 3 หรือ 4 ในผู้ใหญ่ชาวอเมริกันมีรายงานว่าสูงกว่า 3.3 และ 54 เท่า ตามลำดับสำหรับผู้ใหญ่ ≥ 70 เทียบกับอายุ 20 ถึง 39 ปี⁽²⁰⁾ เป็นไปได้ว่าผู้สูงอายุมีความสามารถในการดูดซึมเกลือและน้ำจากท่อไตลดลง มวลไตจะลดลงในช่วงอายุ 30 ถึง 80 ปี โดยจะลดลงมากที่สุดหลังอายุ 50 ปี⁽²¹⁾ โรคประจำตัวความดันโลหิตสูง มีความเสี่ยงกับการเกิด CKD 2.0 เท่า (ad.HR=2.0 เท่า; 95%CI 1.0-3.7; p-value = 0.03) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญในการพัฒนาและการลุกลามของโรค CKD ได้แก่ โรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง โรคไตวายเรื้อรังเนื่องจากโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงส่งผลกระทบต่อประชากรโลกเกือบร้อยละ 5.0-7.0 และพบได้บ่อยในประเทศกำลังพัฒนารวมถึงประชากรด้อยโอกาส⁽²²⁾

ค่าดัชนี triglyceride-glucose index ในปีแรก ที่เพิ่มขึ้นมีความเสี่ยงกับการเกิด CKD 2.5 เท่า (ad.HR=2.5 เท่า; 95%CI= 1.0-6.3; p-value =0.04) สอดคล้องกับการศึกษาของ Suan Duan⁽¹⁰⁾ พบว่าดัชนี High-TyG มีสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่มากขึ้นของการลุกลามของ CKD (HR 1.8, 95% CI 1.0-3.1, p = 0.040) นอกจากนี้ Suan Duan⁽¹⁰⁾ พบว่า ความสัมพันธ์ triglyceride - glucose index เด่นชัดมากขึ้นในผู้ป่วยที่เป็นโรคไตวายเรื้อรังระยะเริ่มต้น (สูงกว่าระยะที่ 2) อย่างไรก็ตาม ดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส (TyG) ได้รับการรายงานว่าเป็นตัวบ่งชี้ insulin resistance โดยใช้สูตรการคำนวณ TyG คำนวณโดยใช้สูตร: $TyG = \log(\text{ไตรกลีเซอไรด์ขณะอดอาหาร (TG) (mg/dL)} \times \text{ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FBG) (mg/dL)/2})$ ⁽¹²⁾ ซึ่งจากการรวบรวม meta-analysis จำนวน 10,498 คน พบว่าดัชนี TyG ที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของโรคไตวายเรื้อรัง⁽²³⁾ ซึ่ง Sakoda และคณะ⁽²⁴⁾ ได้ศึกษาดัชนี TyG และการเกิดโรค CKD รายใหม่ โดยใช้ข้อมูลการตรวจสุขภาพของชายชาวญี่ปุ่นวัยกลางคน

41,811 คน และวิเคราะห์โดยใช้ cox regression พบว่า หาก baseline TyG ที่สูงจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรค CKD อีกทั้ง TyG ยังส่งผลกระทบต่อภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ Ying Pan⁽²⁵⁾ ผู้ป่วยเบาหวานที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลที่มีดัชนี TyG สูง มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดหลอดเลือดตีบที่ขาส่วนล่างและความเสียหายของหลอดเลือดขนาดเล็กในไต การติดตามดัชนี TyG อย่างใกล้ชิดในผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่าหรือการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดต่ำอาจช่วยลดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานและป้องกันการกลับเป็นซ้ำได้

สรุป

เมื่อป่วยเป็นเบาหวานที่ระยะเวลา 5.2 ปี สามารถพัฒนาเป็นโรคไตเรื้อรังได้ อย่างไรก็ตาม ควรเฝ้าระวังผู้ป่วยเบาหวาน กลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไป มีโรคประจำตัวความดันโลหิตสูง และค่าพื้นฐานของไตรกลีเซอไรด์-กลูโคสเพื่อลดโอกาสการพัฒนากการเกิดโรคไตเรื้อรังในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานได้

ข้อจำกัด

การศึกษานี้มีข้อจำกัด จำเป็นต้องตีความผลลัพธ์ด้วยความระมัดระวังเนื่องจากเก็บข้อมูลประชากรขนาดเล็กในโรงพยาบาลชุมชน ระดับ M2 ขนาด 60 เตียงให้บริการจริง 80 เตียง และเก็บข้อมูลย้อนหลังซึ่งคัดเลือกเฉพาะประชากรเบาหวานรายใหม่ที่สามารถคำนวณค่า TyG ครบ 10 ปีเท่านั้น ทำให้ประชากรสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 115 ราย ซึ่งอาจลดประสิทธิภาพของการศึกษาและเพิ่มข้อผิดพลาดของการศึกษานี้ได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของโรคเบาหวานในประเทศไทยทุกปี ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดโรคไตเรื้อรัง และทำให้เกิดปัญหาทางด้านสาธารณสุขตามมาอีกมากมาย การศึกษาถึงปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่พบร่วมกันกับผู้ป่วยเบาหวาน จะทำให้สามารถชะลอหรือ

ป้องกันการเกิดโรคไตเรื้อรังได้ในการศึกษานี้ พบความสัมพันธ์ ระหว่างค่าดัชนีไตรกลีเซอไรด์-กลูโคส ที่มีผลกับการเกิดโรคไตเรื้อรัง จุดตัดที่ 5.1 ซึ่งมีความไว ร้อยละ 54.0 ค่าความจำเพาะ ร้อยละ 58.0 ค่า ROC 0.6 ผลที่ได้มีค่าความไว และความจำเพาะค่อนข้างต่ำซึ่งทำให้ความน่าเชื่อถือน้อย ซึ่งอาจจะต้องเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- World Health Organization. Diabetes. [Internet]. 2021 [cited 2023 Jul 22]. Available from:URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
- กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานสถิติโรคเบาหวาน ปี 2563. [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [สืบค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2566]; ค้นได้จาก:URL:<https://www.thaincd.com/2017/index.php/news/8063.html>.
- สุมาลี นิรมานิตย์. โรคเบาหวานกับไต ตอนที่ 1. [อินเทอร์เน็ต]. 2553. [สืบค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2566]. ค้นได้จาก:URL: <https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=316>.
- American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes-2021 Abridged for Primary Care Providers. Clin Diabetes 2021;39(1):14-43. doi: 10.2337/cd21-as01.
- Zoppini G, Targher G, Chonchol M, Ortalda V, Abaterusso C, Pichiri I, et al. Serum uric acid levels and incident chronic kidney disease in patients with type 2 diabetes and preserved kidney function. Diabetes Care 2012;35(1):99-104. doi: 10.2337/dc11-1346.
- American Heart Association, Inc. Triglycerides: Frequently Asked Questions. [Internet]. Triglycerides: Frequently Asked Questions. [Cited 2024 Jul 8]. Available from:URL: <https://www.heart.org/en/health-topics/cholesterol/about-cholesterol/triglycerides>
- Sarwar N, Danesh J, Eiriksdottir G, Sigurdsson G, Wareham N, Bingham S, et al. Triglycerides and the risk of coronary heart disease: 10,158 incident cases among 262,525 participants in 29 Western prospective studies. Circulation 2007;115(4):450-8. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.637793.
- Low S, Pek S, Moh A, Ang K, Khoo J, Shao YM, et al. Triglyceride-glucose index is prospectively associated with chronic kidney disease progression in Type 2 diabetes - mediation by pigment epithelium-derived factor. Diab Vasc Dis Res 2022; 19(4):14791641221113784. doi: 10.1177/14791641221113784.
- Vasques AC, Novaes FS, de Oliveira Mda S, Souza JR, Yamanaka A, Pareja JC, et al. TyG index performs better than HOMA in a Brazilian population: a hyperglycemic clamp validated study. Diabetes Res Clin Pract 2011;93(3):e98-e100. doi: 10.1016/j.diabres.2011.05.030.
- Duan S, Zhou M, Lu F, Chen C, Chen S, Geng L, et al. Triglyceride-glucose index is associated with the risk of chronic kidney disease progression in type 2 diabetes. Endocrine 2023;81(1):77-89. doi: 10.1007/s12020-023-03357-z.
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Kidney Int 2024;105(4S):S117-S314. doi: 10.1016/j.kint.2023.10.018.

12. Simental-Mendía LE, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metab Syndr Relat Disrd* 2008;6(4):299-304. doi: 10.1089/met.2008.0034.
13. Wen CP, Chang CH, Tsai MK, Lee JH, Lu PJ, Tsai SP, et al. Diabetes with early kidney involvement may shorten life expectancy by 16 years. *Kidney Int* 2017;92(2):388-96. doi: 10.1016/j.kint.2017.01.030.
14. Cheru A, Edessa D, Regassa LD, Gobena T. Incidence and predictors of chronic kidney disease among patients with diabetes treated at governmental hospitals of Harari Region, eastern Ethiopia, 2022. *Front Public Health* 2024;11:1290554. doi: 10.3389/fpubh.2023.1290554.
15. Kim WJ, Kim SS, Bae MJ, Yi YS, Jeon YK, Kim BH, et al. High-normal serum uric acid predicts the development of chronic kidney disease in patients with type 2 diabetes mellitus and preserved kidney function. *J Diabetes Complications* 2014;28(2):130-4. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2013.11.006.
16. Salinero-Fort MA, San Andrés-Rebollo FJ, de Burgos-Lunar C, Gómez-Campelo P, Chico-Moraleja RM, López de Andrés A, et al. Five-year incidence of chronic kidney disease (stage 3-5) and associated risk factors in a Spanish cohort: the MADIABETES Study. *PLoS One* 2015;10(4):e0122030. doi: 10.1371/journal.pone.0122030.
17. Salazar J, Bermúdez V, Calvo M, Olivar LC, Luzardo E, Navarro C, et al. Optimal cutoff for the evaluation of insulin resistance through triglyceride-glucose index: A cross-sectional study in a Venezuelan population. *F1000Res* 2017;6:1337. doi: 10.12688/f1000research.12170.3.
18. Jiang Y, Lai X. Association between the triglyceride glucose index, triglyceride-glucose body mass index and diabetic kidney disease in adults with newly diagnosed type 2 diabetes. *Front Med (Lausanne)* 2024;11:1328601. doi: 10.3389/fmed.2024.1328601.
19. Damtie S, Biadgo B, Baynes HW, Ambachew S, Melak T, Asmelash D, et al. Chronic Kidney Disease and Associated Risk Factors Assessment among Diabetes Mellitus Patients at A Tertiary Hospital, Northwest Ethiopia. *Ethiop J Health Sci* 2018;28(6):691-700. doi: 10.4314/ejhs.v28i6.3.
20. Coresh J, Selvin E, Stevens LA, Manzi J, Kusek JW, Eggers P, et al. Prevalence of chronic kidney disease in the United States. *JAMA* 2007;298(17):2038-47. doi: 10.1001/jama.298.17.2038.
21. Nitta K, Okada K, Yanai M, Takahashi S. Aging and chronic kidney disease. *Kidney Blood Press Res* 2013;38(1):109-20. doi: 10.1159/000355760.
22. Couser WG, Remuzzi G, Mendis S, Tonelli M. The contribution of chronic kidney disease to the global burden of major noncommunicable diseases. *Kidney Int* 2011;80(12):1258-70. doi: 10.1038/ki.2011.368.

23. Ren X, Jiang M, Han L, Zheng X. Association between triglyceride-glucose index and chronic kidney disease: A cohort study and meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2023;33(6):1121-8. doi:10.1016/j.numecd.2023.03.026.
24. Sakoda T, Akasaki Y, Sasaki Y, Kawasoe S, Kubozono T, Ikeda Y, et al. Triglyceride-glucose index predicts future chronic kidney disease development in all populations, including normotensive and isolated diastolic hypertension. *Hypertens Res* 2024; 47(1):149-56. doi: 10.1038/s41440-023-01507-4.
25. Pan Y, Zhong S, Zhou K, Tian Z, Chen F, Liu Z, et al. Association between Diabetes Complications and the Triglyceride-Glucose Index in Hospitalized Patients with Type 2 Diabetes. *J Diabetes Res* 2021;2021:8757996. doi: 10.1155/2021/8757996.