

ดัชนีไกลเคชันของฮีโมโกลบิน(Hemoglobin Glycation Index) : ความชุกและปัจจัยเสี่ยงในการทำนายการเกิดโรคไตเบาหวานในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โรงพยาบาลระยอง

Hemoglobin Glycation Index (HGI): Prevalence and Risk Factors for Predicting Diabetic Kidney Disease Among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus at Rayong Hospital.

(Received: February 27,2026 ; Revised: February 28,2026 ; Accepted: March 4,2026)

ปิยะเรข ปภีรชานา¹

Piyarek Papirachnart¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความชุกของภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) และประเมินความสัมพันธ์ระหว่าง Hemoglobin Glycation Index (HGI) กับการเกิด DKD ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ การศึกษาแบบ retrospective cohort ใช้ข้อมูลเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ที่ได้รับการวินิจฉัยระหว่างปี พ.ศ. 2561-2562 และติดตามผล 5 ปี คำนวณค่า HGI จากความสัมพันธ์ระหว่าง HbA1c และ fasting plasma glucose (FPG) ณ baseline และจัดระดับเป็น tertiles วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย logistic regression

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์การศึกษา จำนวนทั้งสิ้น 115 ราย พบการเกิด DKD จำนวน 35 ราย คิดเป็นความชุกตลอดช่วงติดตาม 5 ปีร้อยละ 30.43 เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะพื้นฐาน พบว่า มีค่า FPG เริ่มต้นสูงกว่า (173.37 ± 67.41 เทียบกับ 136.23 ± 36.34 mg/dL, $p < 0.01$) ค่า HbA1c สูงกว่า (8.21 ± 1.66 เทียบกับ $7.47 \pm 1.48\%$, $p < 0.01$) และระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่า (178.85 ± 105.69 เทียบกับ 134.2 ± 59.31 mg/dL, $p < 0.01$) เมื่อจำแนกตามระดับ HGI tertiles ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการเกิด DKD ทั้งก่อนและหลังปรับตัวแปรกวน

คำสำคัญ:โรคไตเบาหวาน; ดัชนีไกลเคชันของฮีโมโกลบิน; เบาหวานชนิดที่ 2

Abstract

This study aimed to determine the prevalence of diabetic kidney disease (DKD) and evaluate the association between Hemoglobin Glycation Index (HGI) and incident DKD among newly diagnosed patients with type 2 diabetes mellitus. This retrospective cohort study used electronic medical records of newly diagnosed type 2 diabetes mellitus patients between 2018–2019 with 5 years of follow-up. HGI was calculated from the relationship between HbA1c and fasting plasma glucose (FPG) at baseline and categorized into tertiles. Logistic regression was used to analyze the association.

Results: A total of 115 patients were included. Thirty-five patients developed DKD, yielding a 5-year cumulative prevalence of 30.43%. Compared with those without DKD, patients who developed DKD had a significantly higher baseline FPG (173.37 ± 67.41 vs. 136.23 ± 36.34 mg/dL, $p < 0.01$), higher HbA1c (8.21 ± 1.66 vs. $7.47 \pm 1.48\%$, $p < 0.01$), and higher triglyceride levels (178.85 ± 105.69 vs. 134.2 ± 59.31 mg/dL, $p < 0.01$). When categorized by HGI tertiles, no significant association was observed between HGI levels and incident DKD either before or after adjustment for confounders

Keywords: Diabetic kidney disease; Hemoglobin Glycation Index; Type 2 diabetes mellitus.

บทนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus; DM) เป็นโรคเมตาบอลิกเรื้อรังที่มีลักษณะสำคัญคือภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูงอย่างต่อเนื่อง (chronic

hyperglycemia) ซึ่งหากไม่ได้รับการควบคุมอย่างเหมาะสม อาจนำไปสู่ความเสียหายของอวัยวะสำคัญหลายระบบ ได้แก่ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ไต จอตา และระบบประสาท โรคเบาหวานแบ่งออกเป็น 2

¹ พ.บ. ว.ว.อายุรศาสตร์โรคไต กลุ่มงานอายุรกรรม โรงพยาบาลระยอง จังหวัดระยอง

ชนิดหลัก ได้แก่ เบาหวานชนิดที่ 1 (Type 1 Diabetes Mellitus; T1DM) ซึ่งเกิดจากความบกพร่องในการสร้างอินซูลินของตับอ่อน และเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus; T2DM) ซึ่งเป็นชนิดที่พบบ่อยที่สุด มีสาเหตุจากภาวะดื้อต่ออินซูลินหรือการหลั่งอินซูลินไม่เพียงพอ¹ ภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังจากโรคเบาหวานเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการป่วยและอัตราการเสียชีวิต หนึ่งในภาวะแทรกซ้อนที่มีความสำคัญทางคลินิกคือภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) ซึ่งจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของโรคไตเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease; CKD) พยาธิกำเนิดของ DKD เกี่ยวข้องกับทั้งกลไกทางเมตาบอลิกและการเปลี่ยนแปลงทาง hemodynamics จากภาวะน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรัง ส่งผลให้เกิดการหนาตัวของเยื่อกรองไต (glomerular basement membrane thickening) การขยายตัวของ mesangium และการลดลงของอัตราการกรองของไต (glomerular filtration rate; GFR) อย่างต่อเนื่อง²

จากข้อมูลทางระบาดวิทยาพบว่าอุบัติการณ์และความชุกของโรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus; DM) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลกในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา โดยส่วนใหญ่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus; T2DM) ซึ่งเป็นชนิดที่พบบ่อยที่สุดในผู้ใหญ่ ปัจจุบันมีรายงานว่าในปี ค.ศ. 2021 มีผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกประมาณ 537 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 11 ของประชากรโลก และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 783 ล้านคน หรือร้อยละ 12 ภายในปี ค.ศ. 2045³ ในด้านภาวะแทรกซ้อน มีการประมาณว่าประมาณร้อยละ 20-50 ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จะพัฒนาไปสู่ภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) ในช่วงใดช่วงหนึ่งของการดำเนินโรค ภาวะดังกล่าวถือเป็นสาเหตุสำคัญของโรคไตเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease; CKD) และโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้าย (End-Stage Kidney Disease; ESKD) ทั่วโลก โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 50 ของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังทั้งหมด³

เครื่องมือมาตรฐานในการประเมินการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดระยะยาวคือค่า Hemoglobin A1c (HbA1c) ซึ่งสะท้อนค่าเฉลี่ยของระดับกลูโคสในช่วงประมาณ 2-3 เดือนที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม มีรายงานจากการศึกษาหลายฉบับพบว่า แม้ผู้ป่วยจะมีระดับน้ำตาลในเลือดใกล้เคียงกัน แต่ค่า HbA1c อาจแตกต่างกันระหว่างบุคคล สะท้อนถึงความแตกต่างเฉพาะรายในกระบวนการไกลเคชันของฮีโมโกลบิน^{4,5} เพื่อจำแนกความแตกต่างของกระบวนการไกลเคชันระหว่างบุคคลดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาดัชนี Hemoglobin Glycation Index (HGI) ซึ่งคำนวณจากส่วนต่างระหว่างค่า HbA1c ที่ตรวจวัดได้จริงกับค่าที่คาดการณ์จากระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (fasting plasma glucose; FPG)⁶ แนวคิดของ HGI มีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนแนวโน้มการเกิดไกลเคชันของฮีโมโกลบินในระดับบุคคล (interindividual glycation tendency) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับกลไกทางชีวภาพ เช่น ภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) และการอักเสบเรื้อรัง (chronic inflammation) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่มีบทบาทต่อการเกิดภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD)^{7,8} อย่างไรก็ตาม ข้อมูลในผู้ป่วยชาวไทยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง HGI กับภาวะไตเบาหวานยังมีจำกัด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ที่เพิ่งได้รับการวินิจฉัยและเริ่มการรักษา ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลระยะอง และเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างระดับดัชนีไกลเคชันของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Glycation Index; HGI) กับการเกิดภาวะไตเบาหวาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการกำหนดแนวทางติดตามการทำงานของไตและการจัดการปัจจัยเสี่ยงอย่างเหมาะสมในระดับรายบุคคลต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความชุกของภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลระยะยาว และเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างระดับดัชนีไกลเคชันของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Glycation Index; HGI) กับการเกิดภาวะไตเบาหวาน ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่รักษาในโรงพยาบาลระยะยาว

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการศึกษาแบบ retrospective cohort study

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบย้อนหลังในลักษณะ cohort (retrospective cohort analytic study) โดยใช้ข้อมูลเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ที่ได้รับการรักษาในโรงพยาบาลระยะยาว ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 และติดตามผลทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 5 ปี จนถึงสิ้นปี พ.ศ. 2566 เพื่อประเมินความชุกของค่า Hemoglobin Glycation Index (HGI) ระดับต่าง ๆ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง HGI กับการเกิดโรคไตเบาหวาน (diabetic kidney disease; DKD)

กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้คำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูล Association between hemoglobin glycation index and diabetic kidney disease in type 2 diabetes mellitus in China: A cross-sectional inpatient study⁹ พบว่ากลุ่มที่มี hemoglobin glycation index ระดับสูง มีอัตราของการเกิด DKD 43.3 % โดยใช้สูตรประมาณค่าสัดส่วนประชากรกลุ่มเดียว กำหนด $\alpha = 0.05$ Standard normal value (Z) = 1.96, Prevalence (P) = 0.43, Absolute Precision (d) = 0.086, 95% confidence interval Sample size (n) = 115 ราย

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการ (Inclusion criteria) 1) ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ 2) อายุขณะวินิจฉัย ≥ 18 ปี 3) มีผลตรวจ fasting plasma glucose (FPG) และ HbA1c ณ baseline ภายใน 6 เดือนแรกหลังการวินิจฉัย เพื่อใช้คำนวณ HGI 4) มีข้อมูลการติดตามค่าการทำงานของไต (eGFR) ได้รับการตรวจไมโครอัลบูมินในปัสสาวะ และค่า urinary albumin-to-creatinine ratio (UACR)

เกณฑ์คัดอาสาสมัครออกจากโครงการ (Exclusion Criteria) 1) สตรีที่ตั้งครรภ์ในช่วงเก็บข้อมูล 2) ผู้ป่วยที่มีโรคโลหิตจางหรือภาวะที่มีผลต่อความน่าเชื่อถือของค่า HbA1c 3) ผู้ป่วยที่มีโรคไตจากสาเหตุหลักอื่น (primary renal parenchymal disease) 4) ผู้ป่วยที่มีภาวะโรคไตเรื้อรังหรือ DKD อยู่แล้ว ณ baseline (เช่น eGFR < 60 mL/min/1.73 m² หรือ UACR ≥ 30 mg/g)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลังในระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของโรงพยาบาลระยะยาวสำหรับรวบรวมข้อมูลประชากรศาสตร์ ข้อมูลทางคลินิก และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ

ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 หมายถึง ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลระยะยาว และผู้ป่วยเบาหวานรายใหม่ชนิดที่ 2 ปี 2561-2562 และติดตามเป็นระยะเวลา 5 ปี (2566)

ภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) นิยามตามแนวทางของ KDIGO ว่าเป็นภาวะความผิดปกติของการทำงานหรือโครงสร้างของไตที่คงอยู่นานอย่างน้อย 3 เดือนในผู้ป่วยเบาหวาน โดยพิจารณาจากค่า estimated glomerular filtration rate (eGFR) < 60 mL/min/1.73 m² และ/หรือค่า urinary albumin-to-creatinine ratio (UACR) ≥ 30 mg/g creatinine

ค่าเฉลี่ยการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด (Hemoglobin Glycation Index; HGI) หมายถึง ค่าที่ได้จากการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่า

น้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1C) แล้วนำเข้ามาสมการดังต่อไปนี้

(HGI = Observed HbA1C - Predicted HbA1C) โดยแทนค่าดังนี้

Observed HbA1C = HbA1C ที่ได้จากการตรวจวัดของแต่ละบุคคล

Predicted HbA1C (คำนวณได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น) = $a * \text{fasting plasma glucose} + c$

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม STATA 10.1 สำหรับประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สถิติพรรณนาข้อมูล กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ นำเสนอค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และในกรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ นำเสนอค่ามัธยฐาน ค่า interquartile range ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

2. โดยใช้สถิติอนุमान chi-square test หรือ fisher exact ในตัวแปร categorical data และสถิติ independent t-test และ Mann-Whitney-U test ตัวแปรเชิงปริมาณที่มี การกระจายตัวปกติและไม่เป็นปกติ ตามลำดับ

3. ทดสอบแนวโน้มของความเสี่ยงต่อการเกิด DKD ตามระดับ HGI tertiles โดยนำ tertile เป็นตัวแปรเชิงลำดับ (T1=1, T2=2, T3=3) เข้าในโมเดล logistic regression และรายงานค่า p for trend

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์หลายตัวแปรโดยใช้สถิติถดถอยพหุคูณ (Multiple logistic regression) ประเมินปัญหา multicollinearity โดยใช้ variance inflation factor (VIF) และประเมินความเหมาะสมของโมเดลด้วย Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test รายงานผลเป็น adjusted odds ratio (aOR), 95% CI และค่า p-value สำหรับตัวแปรในโมเดลสุดท้าย

5. การสร้างสมการคาดการณ์ HbA1c เพื่อคำนวณ HGI วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า

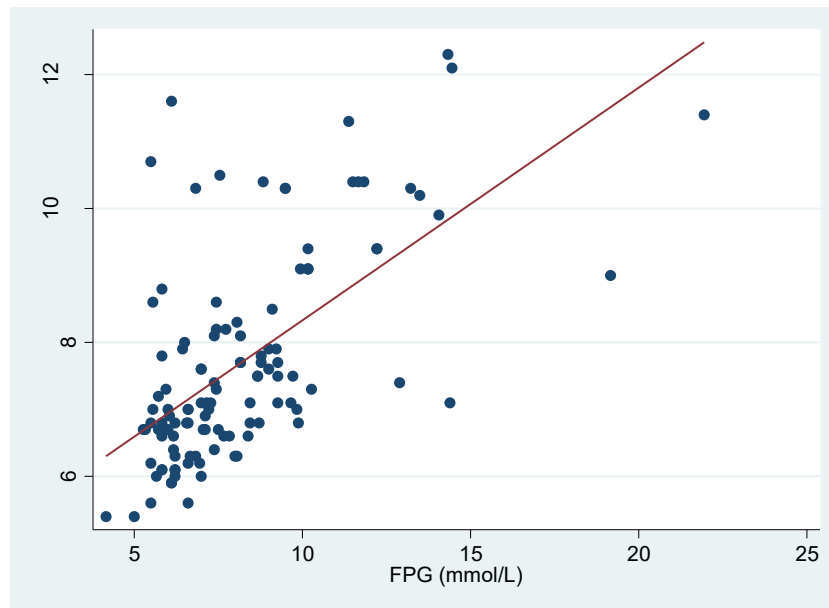
HbA1c และ ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (fasting plasma glucose; FPG) ณ baseline ค่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FPG) ได้รับการแปลงหน่วยจากมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dL) เป็น มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) ก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) เพื่อสร้างสมการคาดการณ์ค่า HbA1c สำหรับใช้คำนวณ HGI โดยรายงาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) และค่า p-value

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ผ่านการรับรองโครงการวิจัยจากโรงพยาบาลระยอง เลขที่ RYH REC.no 31/2567

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 115 ราย พบว่า 35 รายเกิดภาวะไตเสื่อมจากเบาหวาน (DKD) และ 80 รายไม่เกิด DKD ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอายุ เพศ ดัชนีมวลกาย ภาวะความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ ความดันโลหิต คอเลสเตอรอล LDL-C HDL-C ค่า Serum creatinine และ ค่า eGFR ระหว่างสองกลุ่ม ($p > 0.05$) ขณะที่กลุ่มที่เกิด DKD มีค่า FPG ก่อนเริ่มต้นสูงกว่า (173.37 ± 67.41 เทียบกับ 136.23 ± 36.34 mg/dL, $p < 0.01$) ค่า HbA1c สูงกว่า (8.21 ± 1.66 เทียบกับ $7.47 \pm 1.48\%$, $p < 0.01$) และค่าไตรกลีเซอไรด์สูงกว่า (178.85 ± 105.69 เทียบกับ 134.2 ± 59.31 mg/dL, $p < 0.01$) ดังตารางที่ 1 และเมื่อวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง HbA1c และ FPG โดยได้สมการคาดการณ์ $\text{HbA1c} = 4.85 + 0.35 \times \text{FPG}$ (mmol/L) มีค่าสหสัมพันธ์ $r = 0.62$ และ $R^2 = 0.39$ ($p < 0.001$) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1c และระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (fasting plasma glucose; FPG) วิเคราะห์โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย โดยกำหนดสมการค่า HbA1c ดังนี้: $HbA1c (\%) = 4.85 + 0.35 \times FPG (mmol/L)$ ($r = 0.62$, $R^2 = 0.39$, $p < 0.001$)

จากข้อมูลทั้งหมดพบความชุกของภาวะไตเสื่อมจากเบาหวาน (DKD) เท่ากับร้อยละ 30.43 (35/115 ราย) และเมื่อจำแนกตามค่า Hemoglobin Glycation Index (HGI) เป็น 3 tertiles พบว่ากลุ่ม T1 (Low HGI) มีความชุกร้อยละ 30.77 (12/39 ราย) กลุ่ม T2 (Intermediate HGI) มีความชุกร้อยละ 23.68 (9/38 ราย) และกลุ่ม T3 (High HGI) มีความชุกร้อยละ 36.84 (14/38 ราย) โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความเสี่ยงแบบ Crude OR เทียบกับ T1

พบว่า T2 มีค่า OR 0.69 (95% CI 0.25–1.91, $p=0.48$) และ T3 มีค่า OR 1.31 (95% CI 0.50–3.38, $p=0.57$) และการทดสอบแนวโน้มโดยรวมไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p for trend = 0.56) ดังตารางที่ 2

และผลการวิเคราะห์ logistic regression ทั้งแบบไม่ปรับและแบบปรับตัวแปรร่วม พบว่า T2 และ T3 ไม่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงการเกิด DKD เทียบกับ T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐานของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำแนกตามการเกิดภาวะไตเสื่อมจากเบาหวาน (DKD)

Characteristics	No DKD (n=80)	DKD (n=35)	p-value
Age (years), mean \pm SD	56.08 \pm 11.61	56.22 \pm 11.42	0.95
Male sex, n (%)	28 (37.0)	16 (45.71)	0.27
BMI (kg/m ²), mean \pm SD	28.95 \pm 5.74	29.29 \pm 7.02	0.78
Current smoker, n (%)	8 (10.0)	2 (5.71)	0.44
Current alcohol drinking, n (%)	5 (6.33)	2 (5.71)	0.90
Hypertension, n (%)	66 (82.50)	30 (85.71)	0.66
Dyslipidemia, n (%)	30 (37.50)	19 (54.29)	0.09
Baseline SBP (mmHg), mean \pm SD	134.76 \pm 18.08	139.14 \pm 18.73	0.23

ตารางที่ 1 ลักษณะพื้นฐานของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำแนกตามการเกิดภาวะไตเสื่อมจากเบาหวาน (DKD)

Characteristics	No DKD (n=80)	DKD (n=35)	p-value
Baseline DBP (mmHg), mean \pm SD	77.51 \pm 9.77	79.28 \pm 11.17	0.39
Baseline FPG (mg/dL), mean \pm SD	136.23 \pm 36.34	173.37 \pm 67.41	<0.01*
Baseline HbA1c (%), mean \pm SD	7.47 \pm 1.48	8.21 \pm 1.66	<0.01*
Baseline Triglycerides (mg/dL), mean \pm SD	134.2 \pm 59.31	178.85 \pm 105.69	<0.01*
Baseline HDL-C (mg/dL), mean \pm SD	48.61 \pm 10.10	47.97 \pm 11.83	0.76
Baseline LDL-C (mg/dL), mean \pm SD	108.58 \pm 29.62	118.51 \pm 37.0	0.12
Baseline Serum creatinine (mg/dL), mean \pm SD	0.77 \pm 0.26	0.77 \pm 0.23	0.95
Baseline eGFR (mL/min/1.73 m ²), mean \pm SD	95.03 \pm 21.37	94.70 \pm 23.01	0.94

ตารางที่ 2 ความชุกของภาวะไตเสื่อมจากเบาหวานจำแนกตามค่า Hemoglobin Glycation Index (HGI) แบ่งตาม tertiles

HGI tertiles	n	HGI range*	DKD, n (%)	Crude OR (95% CI)	p-value
T1 (Low HGI)	39	-2.75—0.6	12 (30.77)	1	
T2 (Intermediate HGI)	38	-0.60-0.21	9 (23.68)	0.69 (0.25-1.91)	0.48
T3 (High HGI)	38	0.3-4.62	14 (36.84)	1.31 (0.50-3.38)	0.57
p for trend					0.56

*HGI ranges are estimated based on tertile distribution.

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ Logistic regression ของความสัมพันธ์ระหว่างค่า HGI กับภาวะไตเสื่อมจากเบาหวาน (DKD) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

HGI tertiles	Unadjusted model		Multivariate model	
	OR (95%CI)	p-value	Adj.OR (95%ci)	p-value
T1 (Low HGI)	1		1	
T2 (Intermediate HGI)	0.69 (0.25-1.91)	0.48	0.54 (0.15-2.00)	0.36
T3 (High HGI)	1.31 (0.50-3.38)	0.57	0.69 (0.18-2.61)	0.59

ปรับค่าด้วย (adjust) ระดับไตรกลีเซอไรด์ ณ baseline

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบย้อนหลัง (retrospective cohort study) เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไกลเคชันของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Glycation Index; HGI) กับการเกิดภาวะไตเบาหวาน (Diabetic Kidney Disease; DKD) ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus; T2DM) ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลระยะยาว โดยมีการติดตามผลเป็นระยะเวลา 5 ปี พบว่าความชุกของ DKD ในผู้ป่วย

กลุ่มนี้เท่ากับร้อยละ 30.43 ซึ่งจากการศึกษาเชิงระบาดวิทยาของ Hoogeveen, E.K.¹⁰ พบว่าความชุกของ DKD ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบได้ประมาณ 20–50% ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (T2DM) ต่ำกว่าการศึกษาของ Martinez-Montoro, J.¹¹ ที่ได้ศึกษาความชุก (prevalence) และภาระโรค (burden) ของโรคไตเรื้อรัง (CKD) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (T2DM) ที่ได้รับการดูแลโดยแพทย์ต่อมไร้ท่อ (endocrinologists) ในระดับประเทศ (Spain) ความชุกของ CKD ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เท่ากับ 40.7%¹¹ เป็นไปได้ว่าความแตกต่างของ

อัตราความชุกระหว่างการศึกษาเกี่ยวกับรายงานจากต่างประเทศอาจเกิดจากหลายปัจจัย ได้แก่ ลักษณะของประชากรที่ศึกษา ระบบบริการสุขภาพ เกณฑ์การวินิจฉัย และระยะเวลาการติดตามผล

ผลการศึกษานี้ยังพบว่ากลุ่มที่เกิดภาวะไตเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FPG) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (173.37 ± 67.41 เทียบกับ 136.23 ± 36.34 mg/dL, $p < 0.01$) ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Liu, J. และคณะ¹²ซึ่งรายงานว่ารูปแบบระดับ FPG ในระยะยาวมีความสัมพันธ์กับอัตราการลดลงของ eGFR โดยเฉพาะกลุ่มที่มีระดับ FPG สูงอย่างต่อเนื่อง มีความเสี่ยงต่อการเสื่อมของการทำงานของไตมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในเชิงกลไกภาวะน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรังอาจส่งผลต่อโครงสร้างและหน้าที่ของหน่วยไตผ่านกระบวนการ glucotoxicity และการกระตุ้นเส้นทางการอักเสบและภาวะเครียดออกซิเดชัน ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินโรคไตเบาหวาน การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับเหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการชะลอการเสื่อมของการทำงานของไตในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2²

ผลการศึกษานี้ยังพบว่ากลุ่มที่เกิดภาวะไตเบาหวานมีระดับไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (178.85 ± 105.69 เทียบกับ 134.2 ± 59.31 mg/dL, $p < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับ Rizk et al.,¹³พบว่าผู้ป่วยที่มีระดับ ไตรกลีเซอไรด์สูงกว่า ≥ 240 mg/dL มีแนวโน้มเสี่ยงต่อการเกิด CKD มากขึ้นในกลุ่มที่ไม่มีหรือมี microalbuminuria (Alb A1, A2) สอดคล้องกับงานของ Gong et al.,¹⁴ จากโครงการ *China Cardiometabolic Disease and Cancer Cohort (4C Study)* ซึ่งศึกษาผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่จำนวนกว่า 11,000 รายในประเทศจีน โดยพบว่าผู้ที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ (TG) สูงตั้งแต่เริ่มต้น (≥ 150 mg/dL) มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะไตเบาหวาน (DKD) สูงกว่า 1.37 เท่า ($p = 0.012$) และผู้ที่มีระดับ TG สูงอย่างต่อเนื่องระหว่างการติดตามมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นถึง 1.65 เท่า

($p < 0.001$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มี TG อยู่ในเกณฑ์ปกติ เป็นไปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดส่งผลให้เกิดการสะสมของไขมันในเซลล์ท่อไตและเซลล์เมซางีอิม ซึ่งกระตุ้นกระบวนการอักเสบและการสร้างพังผืดผ่านกลไกของ oxidative stress, TGF- β activation และ renin-angiotensin system (RAS) overactivation ทำให้เกิดการหนาตัวของเยื่อกรองไต (glomerular basement membrane thickening) และการสูญเสียโปรตีนในปัสสาวะ (proteinuria) ในระยะเริ่มต้นของโรคไตเบาหวาน

ผลการศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระดับ HGI กับความเสี่ยงของการเกิด DKD ทั้งก่อนและหลังปรับค่าปัจจัยกวนแม้กลุ่มที่มีค่า HGI สูง (T3) จะมีความชุกของ DKD มากที่สุด (ร้อยละ 36.84) แต่ค่าความเสี่ยงที่คำนวณได้ (adjusted odds ratio, aOR = 0.69; 95%CI 0.18–2.61; $p = 0.59$) ไม่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง HGI และ DKD ที่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Kim และคณะ ในประเทศเกาหลีซึ่งเป็นการศึกษาติดตามระยะยาวพบว่าผู้ที่มี HGI สูงมีความเสี่ยงต่อการเกิด CKD มากกว่าผู้ที่มี HGI ต่ำถึง 1.57 เท่า (HR 1.57; 95% CI 1.06–2.34)¹⁵ นอกจากนี้ การศึกษาของ Nakasone และคณะ¹⁶ ในประชากรทั่วไปในญี่ปุ่น พบว่า HGI สูงสัมพันธ์กับการเกิด CKD แม้ในผู้ที่ไม่มีเบาหวาน โดย HGI มีศักยภาพเป็นตัวทำนาย CKD ได้อิสระจากค่า HbA1c และระดับน้ำตาลในเลือด อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Xin และคณะ ในประเทศจีน ซึ่งศึกษาผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบตัวแปรเดียวบ่งชี้ว่าบุคคลที่มี HGI สูงมีแนวโน้มที่จะเป็น DKD มากกว่า (OR: 2.283, 95% CI: 1.708–3.052) อย่างไรก็ตาม ในทางพยาธิสรีรวิทยา HGI เป็นตัวบ่งชี้ความแตกต่างเฉพาะบุคคล (interindividual variability) ในกระบวนการไกลเคชั่นของฮีโมโกลบิน ซึ่งขึ้นกับทั้งระดับกลูโคสเฉลี่ยในเลือดและปัจจัยทางชีวภาพอื่น เช่น อายุของเม็ดเลือดแดง (red blood cell lifespan), ภาวะเม็ด

เลือดแดงแตก, ความแตกต่างทางพันธุกรรม และภาวะ oxidative stress ดังนั้นในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานรายใหม่ที่มีการควบคุมระดับน้ำตาลอย่างต่อเนื่องในระบบบริการสุขภาพ HGI อาจมีความแปรปรวนไม่มากพอที่จะสะท้อนความแตกต่างของความเสี่ยงต่อภาวะไตเสื่อม เนื่องจากการศึกษาที่คัดเลือกผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ และติดตามผลเป็นระยะเวลา 5 ปี ภาวะไตเบาหวานที่ตรวจพบอาจยังอยู่ในระยะเริ่มต้น ซึ่งอาจจำกัดความสามารถในการตรวจพบความแตกต่างของความเสี่ยงตามระดับ HGI⁹

อย่างไรก็ตามการศึกษาจากโรงพยาบาลระดับจังหวัดเพียงแห่งเดียว อาจไม่สามารถแทนประชากรผู้ป่วยในระดับประเทศได้ เนื่องจากลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมและการเข้าถึงบริการสาธารณสุขที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ในการศึกษาผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลระยะของ พบความชุกของภาวะไตเบาหวานตลอดระยะเวลาติดตาม 5 ปี ร้อยละ 30.43 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตเบาหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร

(FPG) และระดับฮีโมโกลบินเอวันซี (HbA1c) อย่างไรก็ดีตามเมื่อจำแนกระดับดัชนีไกลเคชันของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Glycation Index; HGI) ตาม tertiles ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเสี่ยงการเกิดภาวะไตเบาหวาน

ผลการศึกษานี้สะท้อนว่าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ระยะเริ่มต้น บทบาทของ HGI ในการทำนายความเสี่ยงต่อภาวะไตเบาหวานอาจมีข้อจำกัด การศึกษาในอนาคตควรมีขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น ระยะเวลาติดตามยาวนานขึ้น และพิจารณาปัจจัยทางเมตาบอลิซึมและพันธุกรรมเพิ่มเติม เพื่อประเมินบทบาทของ HGI ต่อการเกิดโรคไตเบาหวานได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

เพื่อประเมินบทบาทของ HGI ในการทำนายการเกิดภาวะไตเบาหวาน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะ prospective cohort study ที่มีขนาดตัวอย่างมากขึ้น และมีการติดตามระดับ HGI ร่วมกับค่าชี้วัดการทำงานของไตอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินความสัมพันธ์เชิงเวลานอกจากนี้การพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ความเสี่ยง (risk prediction model) ที่ผสมผสาน HGI กับตัวแปรทางคลินิกอื่น อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินความเสี่ยงรายบุคคลได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. WHO.(2025). Diabetes [Internet]. [cited 2025 Sep 2]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. Maclsaac RJ, Ekinci EI, Jerums G.(2014). Markers of and Risk Factors for the Development and Progression of Diabetic Kidney Disease. Am J Kidney Dis. 2014 Feb 1;63(2):S39–62. doi:10.1053/j.ajkd.2013.10.048 PubMed PMID: 24461729.
3. Fenta ET, Eshetu HB, Kebede N, Bogale EK, Zewdie A, Kassie TD, et al.(2023). Prevalence and predictors of chronic kidney disease among type 2 diabetic patients worldwide, systematic review and meta-analysis. Diabetol Metab Syndr. 2023 Nov 28;15:245. doi:10.1186/s13098-023-01202-x PubMed PMID: 38012781; PubMed Central PMCID: PMC10683270.
4. Hempe JM, Hsia DS.(2022). Variation in the hemoglobin glycation index. J Diabetes Complications. 2022 Jul;36(7):108223. doi:10.1016/j.jdiacomp.2022.108223 PubMed PMID: 35667965.

5. Makris K, Spanou L.(2011). Is There a Relationship between Mean Blood Glucose and Glycated Hemoglobin? *J Diabetes Sci Technol.* 2011 Nov 1;5(6):1572–83. doi:10.1177/193229681100500634 PubMed PMID: 22226280; PubMed Central PMCID: PMC3262729.
6. Hempe JM, Yang S, Liu S, Hsia DS.(2021). Standardizing the haemoglobin glycation index. *Endocrinol Diabetes Metab.* 2021 Sep 23;4(4):e00299. doi:10.1002/edm.2.299 PubMed PMID: 34558807; PubMed Central PMCID: PMC8502217.
7. Wang S, Song S, Gao J, Duo Y, Gao Y, Fu Y, et al.(2024). Glycated haemoglobin variability and risk of renal function decline in type 2 diabetes mellitus: An updated systematic review and meta-analysis. *Diabetes Obes Metab.* 2024;26(11):5167–82. doi:10.1111/dom.15861
8. Zhou W, Zhang L, Liu T.(2025). Association Between the Hemoglobin Glycation Index (HGI) and Risk of Diabetic Nephropathy: A Retrospective Cohort Study. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2025 Jun 5;18:1859–72. doi:10.2147/DMSO.S523442
9. Xin S, Zhao X, Ding J, Zhang X.(2023). Association between hemoglobin glycation index and diabetic kidney disease in type 2 diabetes mellitus in China: A cross-sectional inpatient study. *Front Endocrinol.* 2023;14:1108061. doi:10.3389/fendo.2023.1108061 PubMed PMID: 36967789; PubMed Central PMCID: PMC10031087.
10. Hoozeveer EK.(2022). The Epidemiology of Diabetic Kidney Disease. *Kidney Dial.* 2022 Sep;2(3):433–42. doi:10.3390/kidneydial2030038
11. Martínez-Montoro JI, Aparicio-Sánchez JJ, Pimentel B, Juárez-Campo M, Alamillo ML, Fernández-García JC. (2025). Screening, prevalence, and burden of chronic kidney disease in people with type 2 diabetes managed by endocrinologists: A nationwide cross-sectional study. *Diabetes Res Clin Pract.* 2025 Aug 1;226:112326. doi:10.1016/j.diabres.2025.112326
12. Liu J, Ma Y, Yu G, Wang W.(2023). Trajectories of Fasting Plasma Glucose and Risks of Chronic Kidney Disease in a General Chinese Population: A Retrospective Study. *Int J Gen Med.* 2023 Dec 5;16:5695–702. doi:10.2147/IJGM.S435451
13. Rizk J, Soohoo M, Hashemi L, Arif Y, Hsiung JT, Marroquin M, et al.(2021). Abstract 10683: Association Between Triglycerides and Incident Chronic Kidney Disease in Diabetics Across Stages of Albuminuria. *Circulation.* 2021 Nov 16;144(Suppl_1):A10683–A10683. doi:10.1161/circ.144.suppl_1.10683
14. Gong L, Wang C, Ning G, Wang W, Chen G, Wan Q, et al.(2021). High concentrations of triglycerides are associated with diabetic kidney disease in new-onset type 2 diabetes in China: Findings from the China Cardiometabolic Disease and Cancer Cohort (4C) Study. *Diabetes Obes Metab.* 2021 Nov;23(11):2551–60. doi:10.1111/dom.14502 PubMed PMID: 34322974; PubMed Central PMCID: PMC9291490.
15. Kim W, Go T, Kang DR, Lee EJ, Huh JH.(2021). Hemoglobin glycation index is associated with incident chronic kidney disease in subjects with impaired glucose metabolism: A 10-year longitudinal cohort study. *J Diabetes Complications.* 2021 Jan;35(1):107760. doi:10.1016/j.jdiacomp.2020.107760 PubMed PMID: 33077349.
16. Nakasone Y, Miyakoshi T, Sakuma T, Toda S, Yamada Y, Oguchi T, et al.(2024). Hemoglobin Glycation Index: A Novel Risk Factor for Incident Chronic Kidney Disease in an Apparently Healthy Population. *J Clin Endocrinol Metab.* 2024 Mar 1;109(3):e1055–60. doi:10.1210/clinem/dgad638