

# CORRELATION BETWEEN HOMOCYSTEINE AND GLYCATION MARKERS IN DIABETIC KIDNEY DISEASE PATIENTS

Tran Van Tien<sup>1,2\*</sup>, Nguyen Thi Le<sup>3</sup>, Thai Thanh Truc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh city - 217 Hong Bang, Cho Lon Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Ho Chi Minh city Hospital for Rehabilitation - Professional Diseases -

313 Au Duong Lan, Chanh Hung Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>3</sup>Van Lang University - 69/68 Dang Thuy Tram, Binh Loi Trung Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received: 12/03/2026

Revised: 24/03/2026; Accepted: 20/04/2026

## ABSTRACT

**Objective:** The study aims to evaluate the correlation between homocysteine (representing inflammation-oxidative stress) and glycation indices (representing glucose metabolism).

**Methods:** A descriptive cross-sectional study was conducted on 233 patients with diabetic kidney disease aged 18 years and older, who attended outpatient clinics at the Department of General Examination, University Medical Center Ho Chi Minh City - Campus 2. Clinical characteristics such as age, gender, BMI, blood pressure, and duration of type 2 diabetes were recorded, along with paraclinical parameters including blood lipid profile; glycation indices (fasting plasma glucose, HbA1c, fructosamine, and glycation gap); plasma creatinine and cystatin C to assess estimated glomerular filtration rate (eGFR), UACR to assess albuminuria; and homocysteine.

**Results:** The 233 diabetic kidney disease patients had a mean age of  $64.0 \pm 10.4$  years, with a predominance of females. The mean eGFR was  $50.7 \pm 25.5$  mL/min/1.73 m<sup>2</sup>, the median UACR was  $341.4 \pm 671.5$  mg/g, and the mean homocysteine was  $14.9 \pm 6.2$   $\mu$ mol/L. Homocysteine showed a weak inverse correlation with HbA1c (intracellular glycation) ( $r = -0.158$ ,  $p = 0.016$ ) but no correlation with fructosamine (extracellular glycation). Homocysteine also showed a weak inverse correlation with the glycation gap ( $r = -0.144$ ,  $p = 0.028$ ).

**Conclusion:** Homocysteine has a weak inverse correlation with HbA1c and the glycation gap, but no correlation with fructosamine. This suggests that homocysteine may affect stable glycation products (HbA1c), but may not affect glycation products with a short half-life.

**Keywords:** Homocysteine, glycation, HbA1c, fructosamine, glycation gap, diabetic kidney disease.

---

\*Corresponding author

**Email:** vantien1307@yahoo.com **Phone:** (+84) 937590676 **DOI:** 10.52163/yhc.v67iCD4.4861

# TƯƠNG QUAN GIỮA HOMOCYSTEINE VÀ CÁC CHỈ SỐ GLYCAT HÓA Ở BỆNH NHÂN BỆNH THẬN ĐÁI THÁO ĐƯỜNG

Trần Văn Tiến<sup>1,2\*</sup>, Nguyễn Thị Lệ<sup>3</sup>, Thái Thanh Trúc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Đại học Y Dược thành Phố Hồ Chí Minh - 217 Hồng Bàng, P. Chợ Lớn, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>2</sup>Bệnh viện Phục hồi chức năng - Điều trị bệnh nghề nghiệp thành phố Hồ Chí Minh - 313 Âu Dương Lân, P. Chánh Hưng, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>3</sup>Đại học Văn Lang - 69/68 Đặng Thùy Trâm, P. Bình Lợi Trung, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận: 12/03/2026

Ngày sửa: 24/03/2026; Ngày đăng: 20/04/2026

## TÓM TẮT

**Mục tiêu:** Nghiên cứu nhằm đánh giá tương quan giữa homocysteine (đại diện của viêm - stress oxy hóa) và các chỉ số glycat hóa (đại diện chuyển hóa đường).

**Phương pháp:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 233 bệnh nhân bệnh thận đái tháo đường đủ từ 18 tuổi trở lên khám ngoại trú tại Khoa Khám Bệnh của Bệnh viện Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh - Cơ sở 2. Các đặc điểm lâm sàng (tuổi, giới tính, BMI, huyết áp, thời gian mắc đái tháo đường type 2 được ghi nhận đồng thời với các thông số cận lâm sàng như bilan lipid máu, các chỉ số glycat hóa (xét nghiệm đường huyết lúc đói, HbA1c, fructosamine và khoảng trống glycat hóa), creatinine và cystatin C huyết tương để đánh giá độ lọc cầu thận ước đoán (eGFR), UACR để đánh giá mức độ albumin niệu, homocysteine.

**Kết quả:** 233 bệnh nhân bệnh thận đái tháo đường có tuổi trung bình  $64,0 \pm 10,4$  tuổi, nữ giới chiếm ưu thế. eGFR trung bình  $50,7 \pm 25,5$  mL/phút/1,73 m<sup>2</sup>, UACR trung bình là  $341,4 \pm 671,5$  mg/g, homocysteine trung bình  $14,9 \pm 6,2$   $\mu$ mol/L. Homocysteine có tương quan nghịch yếu với HbA1c (glycat hóa nội bào) ( $r = -0,158$ ,  $p = 0,016$ ) nhưng không có tương quan với fructosamine (glycat hóa ngoại bào). Homocysteine cũng có tương quan nghịch yếu với khoảng trống glycat hóa ( $r = -0,144$ ,  $p = 0,028$ ).

**Kết luận:** Homocysteine có tương quan nghịch yếu với HbA1c và khoảng trống glycat hóa, nhưng không có tương quan với fructosamine. Điều này gợi ý homocysteine có liên quan đến những sản phẩm glycat hóa bền vững (HbA1c), nhưng có thể không liên quan đến những sản phẩm glycat hóa có thời gian bán thải ngắn.

**Từ khóa:** Homocysteine, glycat hóa, HbA1c, fructosamine, khoảng trống glycat hóa, bệnh thận đái tháo đường.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh thận đái tháo đường (diabetic kidney disease - DKD) là một trong những biến chứng vi mạch phổ biến và nghiêm trọng nhất của bệnh đái tháo đường, là nguyên nhân hàng đầu dẫn đến bệnh thận mạn giai đoạn cuối trên toàn cầu. Theo thống kê của Liên đoàn Đái tháo đường Thế giới (IDF), khoảng 27,1-83,6% bệnh nhân đái tháo đường sẽ phát triển thành DKD, làm gia tăng đáng kể gánh nặng chi phí y tế và nguy cơ tử vong do tim mạch. Đái tháo đường là nguyên nhân hàng đầu dẫn đến bệnh thận mạn giai đoạn cuối [1].

Cơ chế bệnh sinh của DKD rất phức tạp, là kết quả của sự tương tác giữa nhiều cơ chế như rối loạn chuyển hóa, viêm - stress oxy hóa, huyết động học..., trong đó sự tương tác giữa rối loạn chuyển hóa đường (glycat hóa) và tình trạng viêm - stress oxy hóa đóng vai trò trung tâm trong việc phá hủy cấu trúc cũng như chức năng của cầu thận và ống thận [2].

Một trong những chỉ điểm sinh học của rối loạn chuyển hóa đường là glycat hóa. Đó là quá trình gắn phân tử đường vào phân tử protein trong môi trường đường huyết cao mà không cần enzym. Glycat hóa có thể được đo bằng HbA1c (glycat hóa nội bào), fructosamine (glycat hóa protein trong huyết thanh - glycat hóa ngoại bào) và khoảng trống glycat hóa (là sự chênh lệch giữa glycat hóa nội bào và glycat hóa ngoại bào)... [3].

Homocysteine là acid amin không thiết yếu, là sản phẩm

trung gian của quá trình chuyển hóa acid amin thiết yếu methionine. Homocysteine có thể tái chuyển hóa thành methionin, hay tiếp tục chuyển hóa thành cystein, hoặc bị đào thải ra khỏi cơ thể qua thận. Homocysteine là chỉ điểm sinh học của tình trạng viêm và stress oxy hóa. Nhiều nghiên cứu cho thấy nồng độ homocysteine có liên quan đến kiểm soát đường huyết cũng như glycat hóa. Việc nghiên cứu mối liên quan của các chất chỉ điểm sinh học của các con đường cơ chế bệnh sinh DKD cũng như tương tác của chúng có thể giúp hiểu rõ hơn về cơ chế bệnh sinh DKD, từ đó có những hướng nghiên cứu sâu hơn nhằm chẩn đoán sớm cũng như kiểm soát tốt hơn DKD [4-5].

Đã có những nghiên cứu về mối liên quan giữa homocystein và HbA1c, nhưng kết quả chưa nhất quán. Có nghiên cứu cho thấy homocystein có tương quan thuận với HbA1c, nhưng có nghiên cứu lại ghi nhận tương quan nghịch giữa chúng, hay không có liên quan. Chúng tôi chưa ghi nhận nghiên cứu nào về tương quan giữa homocystein và các chỉ số glycat hóa khác như fructosamin và khoảng trống glycat hóa [6-8].

Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu nhằm đánh giá mối tương quan giữa homocystein và các chỉ số glycat hóa: HbA1c, fructosamine và khoảng trống glycat hóa.

\*Tác giả liên hệ

Email: vantien1307@yahoo.com Điện thoại: (+84) 937590676 DOI: 10.52163/yhc.v67iCD4.4861

**2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Thiết kế nghiên cứu**

Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

**2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu**

Nghiên cứu thực hiện từ tháng 1/2024-12/2025 tại Khoa Khám bệnh, Bệnh viện Đại học Y Dược thành Phố Hồ Chí Minh.

**2.3. Đối tượng nghiên cứu**

Bệnh nhân DKD đến khám và điều trị tại cơ sở nêu trên.  
 - Tiêu chuẩn thu nhận: tất cả những bệnh nhân DKD đủ 18 tuổi trở lên, đồng ý tham gia nghiên cứu.  
 - Tiêu chuẩn loại trừ: những bệnh nhân đã được chẩn đoán bệnh thận mạn từ nguyên nhân khác, bệnh nhân đang trong bệnh cảnh cấp tính như bệnh thận cấp, viêm...

**2.4. Các thông số nghiên cứu**

Ngoài các đặc điểm lâm sàng và cận lâm sàng thường quy của bệnh nhân đái tháo đường, chúng tôi đánh giá thêm các chỉ số trong máu gồm creatinine và cystatin C, từ đó tính eGFR ước tính theo creatinine-cystatin C (eGFR cre-cys) theo công thức CKD-EPI 2021, homocysteine, fructosamine. Chúng tôi cũng thu thập thêm chỉ số albumine niệu thông qua xét nghiệm nước tiểu (UACR).  
 Khoảng trống glycat hóa = HbA1c - HbA1c dự đoán (từ fructosamine) [9].

**2.5. Cỡ mẫu nghiên cứu**

Cỡ mẫu nghiên cứu tính theo công thức:

$$n \geq \left( \frac{Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r}} \right)^2 + 3$$

Ở bệnh nhân DKD cũng như đái tháo đường, chúng tôi chỉ tìm thấy nghiên cứu trước đây có tương quan giữa homocystein với HbA1c mà chưa có nghiên cứu nào về tương quan giữa homocysteine với fructosamine và khoảng trống glycat hóa. Dựa theo nghiên cứu của Kumar V và cộng sự, hệ số tương quan của homocystein với HbA1c là 0,47, với sai lầm loại 1 là 0,05, sai lầm loại 2 là 0,02 [7], tính được cỡ mẫu tối thiểu:

$$n \geq \left( \frac{1.96 + 2.05}{\frac{1}{2} \log_e \frac{1+0.47}{1-0.47}} \right)^2 + 3 = 65$$

Như vậy, cần ít nhất 65 bệnh nhân cho nghiên cứu. Thực tế chúng tôi chọn được 233 bệnh nhân đưa vào nghiên cứu.

**2.6. Xử lý số liệu**

Dùng phần mềm SPSS 20.0, số liệu được xử lý theo các thuật toán thông thường trong nghiên cứu y học.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Trong 233 bệnh nhân tham gia nghiên cứu, có 98 bệnh nhân nam (42,1%) và 135 bệnh nhân nữ (57,9%).

**Bảng 1. Đặc điểm chung của bệnh nhân trong nghiên cứu (n = 233)**

Đặc điểm	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Tuổi (năm)	64,0	10,4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24,1	3,4
Huyết áp tâm thu (mmHg)	137,6	22,1
Huyết áp tâm trương (mmHg)	81,6	12,5
Thời gian mắc đái tháo đường (năm)	9,7	7,5

Đây là nhóm bệnh nhân có xu hướng lớn tuổi, BMI ở mức cao và đã mắc đái tháo đường khoảng 10 năm, kiểm soát huyết áp chưa tốt.

**Bảng 2. Đặc điểm cận lâm sàng bệnh nhân trong nghiên cứu (n = 233)**

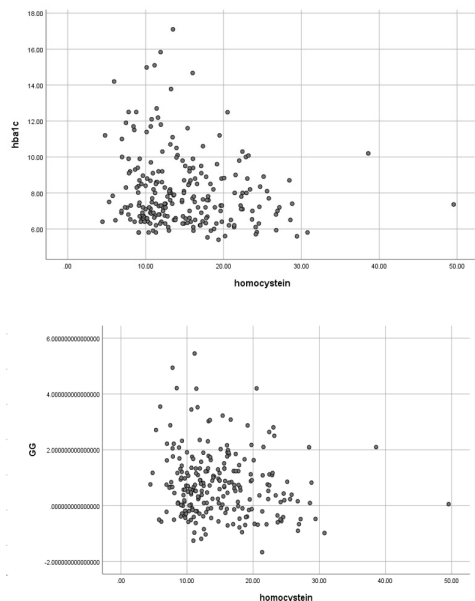
Đặc điểm	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Hemoglobin (g/dL)	12,8	1,9
Glucose lúc đói (mg/dL)	150,4	67,3
HbA1c (%)	8,1	2,0
Fructosamine (μmol/L)	336,3	88,0
HbA1c dự đoán (%)	7,3	1,5
Khoảng trống glycat hóa (%)	0,77	1,2
Homocysteine (μmol/L)	14,9	6,2
Creatinine (mg/dL)	1,6	1,3
Cystatin C (mg/L)	1,7	0,9
eGFRcre-cys (mL/phút/1,73 m <sup>2</sup> )	50,7	25,5
UACR (mg/g)	341,4	671,5

Bệnh nhân trong nghiên cứu có xu hướng kiểm soát đường huyết chưa tốt, homocysteine có xu hướng cao, eGFR giảm và albumin niệu ở mức đại lượng.

**Bảng 3. Tương quan giữa homocystein và các chỉ số glycat hóa (n = 233)**

Chỉ số glycat hóa	Hệ số tương quan (r)	p
HbA1c (%)	-0,158	0,016
Fructosamine (μmol/L)	-0,104	0,112
HbA1c dự đoán (%)	-0,104	0,112
Khoảng trống glycat hóa (%)	-0,144	0,028

Homocysteine tương quan nghịch yếu với HbA1c và khoảng trống glycat hóa.



**Hình 1. Tương quan giữa homocysteine với HbA1c (hình trái) và khoảng trống glycat hóa (hình phải) (n = 233)**

Homocysteine có tương quan nghịch yếu với HbA1c và khoảng trống glycat hóa.

#### 4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu đã thu thập số liệu của 233 bệnh nhân, trong đó nữ chiếm ưu thế (57,9%). Tuổi của bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi có xu hướng lớn tuổi (> 60 tuổi) (bảng 1), tương tự như nghiên cứu của Yu C và cộng sự (62,9 tuổi) [8], trong khi đó tuổi trung bình của bệnh nhân trong các nghiên cứu trước của Kumar V và cộng sự (56,8 ± 8,9) [7], Zulfania và cộng sự (51,5 ± 8,4) [6] có xu hướng trẻ hơn (< 60 tuổi).

BMI của bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi là 24 kg/m<sup>2</sup> (bảng 1), nằm ở mức cao so với giới hạn bình thường, trong khi BMI của bệnh nhân trong các nghiên cứu trên có xu hướng cao hơn, như BMI trong nghiên cứu của Zulfania và cộng sự [6] là 28 kg/m<sup>2</sup>, trong nghiên cứu của Yu C và cộng sự có 68% bệnh nhân quá cân - béo phì [8].

Thời gian mắc đái tháo đường trung bình trong nghiên cứu của chúng tôi là xấp xỉ 10 năm (bảng 1), kéo dài hơn so với nghiên cứu của Zulfania và cộng sự [6] (7 năm), cũng như của Kumar V và cộng sự [7] (6,5 năm). Các yếu tố lớn tuổi, BMI cao và thời gian mắc đái tháo đường đều có thể ảnh hưởng đến mức homocystein, cũng như mức glycat hóa.

Về tình trạng kiểm soát đường huyết, nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi có mức kiểm soát đường huyết kém, với đường huyết lúc đói trung bình là 150,4 ± 67,3 mg/dL, HbA1c trung bình là 8,1 ± 2,0%. Tương tự vậy, fructosamin trung bình là 336,6 ± 88,0 μmol/L (> 300 μmol/L) (bảng 2).

Khi so sánh với các nghiên cứu trước, chúng tôi thấy kết quả kiểm soát đường huyết của bệnh nhân trong nghiên cứu của Kumar V và cộng sự khá giống với nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi, khi ghi nhận HbA1c trung bình là 9,18 ± 2,5% [7], hay Zulfania và cộng sự cũng ghi nhận 59,2% bệnh nhân có HbA1c > 7% [6].

Khoảng trống glycat hóa trung bình trong nghiên cứu này ở mức dương (0,77 ± 1,20%) (bảng 2). Khoảng trống glycat hóa phản ánh mức độ glycat hóa hemoglobin “lệch” khỏi giá trị kỳ vọng dựa trên glycat hóa protein huyết thanh của cùng một bệnh nhân (HbA1c dự đoán). Chỉ số này ban đầu được Cohen R.M và cộng sự đề xuất (với tên gọi “glycosylation gap”) vào năm 2003 khi quan sát sự bất tương xứng (discordance) giữa HbA1c và fructosamine ở một số bệnh nhân đái tháo đường. Khoảng trống glycat hóa ra đời nhằm đo lường và hiệu chỉnh những sai biệt này, giúp bác sĩ và nhà nghiên cứu định lượng được mức độ ảnh hưởng của các yếu tố “phi đường huyết” lên HbA1c. Khoảng trống glycat hóa không chỉ là một con số thống kê, mà mang hàm ý sinh học về sự khác biệt trong quá trình glycat hóa ở mỗi người, từ đó trở thành một công cụ nghiên cứu để đánh giá “khả năng bị glycat hóa” (glycability) khác nhau giữa các cá nhân [9].

Khoảng trống glycat hóa dương, cho thấy HbA1c đo được có xu hướng cao hơn so với HbA1c dự đoán, gợi ý tình trạng glycat hóa diễn ra ở tế bào hồng cầu cao hơn so với mức glycat hóa diễn ra ở protein trong huyết thanh. Kết quả cũng gợi ý bệnh nhân trong nghiên cứu có tình trạng glycat hóa ở nội bào cao hơn mức glycat hóa ở ngoại bào. Glycat hóa trong nội bào có thể có liên quan đến mức tổn thương tế bào, từ đó làm ảnh hưởng đến chức năng tế bào cũng như cơ quan, trong đó có thể là thận và tim mạch, từ đó làm tăng tiến triển bệnh thận cũng như tăng tử vong do tim mạch [3].

Homocysteine trung bình trong nghiên cứu của chúng tôi là 14,9 ± 6,2 μmol/L, ở mức cao của bình thường, tiệm cận với tăng homocystein (≥ 15 μmol/L). Khi homocysteine huyết thanh có xu hướng tăng lên sẽ ảnh hưởng đến cả kiểm soát đường huyết và tiến triển của bệnh thận mạn ở bệnh nhân đái tháo đường [4-5]. Homocysteine không chỉ ảnh hưởng đến khả năng tiết insulin của tế bào beta tuyến tụy, mà còn ảnh hưởng đến đề kháng insulin của mô đích, từ đó ảnh hưởng đến khả năng kiểm soát đường huyết và mức glycat hóa, qua đó ảnh hưởng đến tiến triển bệnh thận ở bệnh nhân đái tháo

đường. Không chỉ vậy, tăng homocysteine còn làm tăng tích lũy sự rối loạn chuyển hóa lipid và viêm - stress oxy hóa, từ đó gây độc lên thận. Homocysteine còn có thể độc trực tiếp lên thận thông qua việc methyl hóa DNA làm tổn thương và tăng chết chương trình của tế bào cầu thận, cũng như làm giảm dần độ lọc cầu thận [4-5].

Nồng độ homocysteine của bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi tương tự như trong nghiên cứu của Yu C và cộng sự (13,1 μmol/L) [8], nhưng thấp hơn nhiều so với kết quả trong nghiên cứu của Kumar V và cộng sự (19,7 ± 12,7 μmol/L) [7].

Chúng tôi ghi nhận có tương quan giữa homocysteine và các chỉ số glycat hóa (bảng 3), trong đó homocysteine tương quan nghịch yếu với HbA1c ( $r = -0,158$ ,  $p = 0,016$ ), và khoảng trống glycat hóa ( $r = -0,144$ ,  $p = 0,028$ ); nhưng chúng tôi không ghi nhận được tương quan giữa homocysteine với fructosamine ( $r = -0,104$ ,  $p = 0,112$ ) (bảng 3, hình 1).

Trước đó, Zulfania và cộng sự (2018) không ghi nhận tương quan của homocysteine với HbA1c [6], nhưng Kumar V và cộng sự (2025) lại ghi nhận tương quan thuận giữa homocysteine với HbA1c ( $r = 0,470$ ,  $p < 0,01$ ) [7]. Chúng tôi không chỉ ghi nhận có tương quan giữa hai chỉ điểm sinh học trên, mà còn ghi nhận đây là tương quan nghịch. Kết quả này tương tự như nghiên cứu của Yu C và cộng sự cũng ghi nhận tương quan nghịch giữa homocysteine với HbA1c [8]. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi góp phần vào bức tranh chung về mối liên quan giữa homocysteine với kiểm soát đường huyết cũng như với mức glycat hóa.

Có một số giả thuyết có thể góp phần giải thích sự khác nhau trong kết quả nghiên cứu của chúng tôi so với các tác giả khác. Bệnh nhân trong nghiên cứu của chúng tôi có xu hướng lớn tuổi, mắc đái tháo đường lâu năm, kiểm soát đường huyết kém, eGFR trung bình ở mức thấp, và UACR ở mức đại lượng, khi so sánh với kết quả của Zulfania và cộng sự [6] cũng như Kumar V và cộng sự [7]. Khi độ lọc cầu thận giảm, homocysteine có xu hướng tăng dần, trong khi HbA1c lại giảm tính chính xác, từ đó có thể làm ảnh hưởng đến mối liên quan giữa homocysteine và HbA1c, cũng như những chỉ số glycat hóa khác.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng cho thấy homocysteine có tương quan nghịch với khoảng trống glycat hóa, mà không có tương quan với fructosamine (bảng 3, hình 1). Kết quả cho thấy dù không ghi nhận tương quan nghịch giữa homocysteine với fructosamine (glycat hóa protein trong huyết thanh - ngoại bào), nhưng homocysteine vẫn có tương quan với sự chênh lệch glycat hóa giữa nội bào và ngoại bào, từ đó mở ra các hướng nghiên cứu về khả năng dự báo về chênh lệch mức glycat hóa ở các mô khác nhau trong cơ thể của homocystein, cũng như khả năng ảnh hưởng của homocystein lên mức độ glycat hóa của các thành phần cơ thể khác nhau.

Tế bào hồng cầu (ví dụ HbA1c) có thể tồn tại kéo dài nhiều tháng, kể cả trong môi trường ure huyết cao của bệnh nhân DKD, trong khi fructosamine chỉ tồn tại vài tuần. Kết quả nghiên cứu gợi ý homocysteine ảnh hưởng đến khả năng glycat hóa các thành phần ổn định kéo dài như tế bào chứ không hoặc ít ảnh hưởng đến thành phần có thời gian bán hủy ngắn như protein. Kết quả cũng gợi ý khả năng homocystein ảnh hưởng đến glycat hóa trong nội bào cao hơn so với glycat hóa ngoại bào.

#### 5. KẾT LUẬN

Ở bệnh nhân DKD trong nghiên cứu, homocysteine có tương quan nghịch yếu với HbA1c và khoảng trống glycat hóa, nhưng không có tương quan với fructosamine. Kết quả nghiên cứu gợi ý homocysteine có liên quan đến glycat hóa ở mức tế bào, có xu hướng bền vững, nhưng không hoặc ít liên quan đến glycat hóa ở protein huyết thanh (ít bền vững hơn).

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi góp phần vào bức tranh chung về mối liên quan giữa homocysteine với kiểm soát đường huyết cũng như với mức glycat hóa.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Koye D.N, Magliano D.J, Nelson R.G, Pavkov M.E. The global epidemiology of diabetes and kidney disease. *Adv Chronic Kidney Dis*, 2018, 25 (2): 121-132. doi: 10.1053/j.ackd.2017.10.011
- [2] Sinha S.K, Nicholas S.B. Pathomechanisms of diabetic kidney disease. *Journal of Clinical Medicine*, 2023, 12 (23): 7349.
- [3] Nayak A.U, Singh B.M, Dunmore S.J. Potential clinical error arising from use of HbA1c in diabetes: effects of the glycation gap. *Endocrine reviews*, 2019, 40 (4): 988-999. doi: 10.1210/er.2018-00284
- [4] Muzurović E, Kraljević I, Solak M, Dragnić S, Mikhailidis D.P. Homocysteine and diabetes: role in macrovascular and microvascular complications. *J Diabetes Complications*, 2021, 35 (3): 107834. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2020.107834
- [5] Liu L, Xu J, Zhang Z et al. Metabolic homeostasis of amino acids and diabetic kidney disease. *Nutrients*, 2023, 15 (1): 184.
- [6] Zulfania, Khan A, Rehman S, Ghaffar T. Association of homocysteine with body mass index, blood pressure, HbA1c and duration of diabetes in type 2 diabetics. *Pak J Med Sci*, 2018, 34 (6): 1483-1487. doi: 10.12669/pjms.346.16032
- [7] Kumar V, Gulati Y, Giri R et al. Correlation of serum homocysteine with HbA1c and kidney function in type 2 diabetic patients: insights from estimated glomerular filtration rate and renal impairment. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2024, 13 (1): 235-240. doi: 10.18203/2320-6012.ijrms20244121
- [8] Yu C, Wang J, Wang F et al. Inverse association between plasma homocysteine concentrations and type 2 diabetes mellitus among a middle-aged and elderly Chinese population. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2018, 28 (3): 278-284. doi: 10.1016/j.numecd.2017.11.009
- [9] Cohen R.M, Holmes Y.R, Chenier T.C, Joiner C.H. Discordance between HbA1c and fructosamine: evidence for a glycosylation gap and its relation to diabetic nephropathy. *Diabetes Care*, 2003, 26 (1): 163-167. doi: 10.2337/diacare.26.1.163