

肾功能与糖尿病性视网膜病变相关性研究

郑卓越*, 霍 昭#

延安大学附属医院, 陕西 延安

收稿日期: 2024年2月18日; 录用日期: 2024年3月12日; 发布日期: 2024年3月18日

摘 要

糖尿病性视网膜病变(DR)和糖尿病性肾病(DN)是糖尿病(DM)最常见和严重的并发症。随着病情不断进展,前者将会导致患者视力丧失,后者会导致患者肾功能衰竭,严重影响患者的生活质量,近年来,越来越多的学者研究DR与DN之间的关系,希望通过肾功能相关指标预测DR的发生及发展,因此,可以对糖尿病视网膜病提早进行诊断和干预,对延缓DR进展有积极意义。故本文就肾功能与糖尿病视网膜病变相关的研究报道进行综述,从而指导临床治疗。

关键词

糖尿病性视网膜病变, 肾功能, 相关性

Study on Correlation between Renal Function and Diabetic Retinopathy

Zhuoyue Zheng*, Zhao Huo#

Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Feb. 18th, 2024; accepted: Mar. 12th, 2024; published: Mar. 18th, 2024

Abstract

Diabetic retinopathy (DR) and diabetic nephropathy (DN) are the most common and serious complications of diabetes mellitus (DM). With the continuous progress of the disease, the former will lead to visual loss of patients, while the latter will lead to renal failure, which will seriously affect the quality of life of patients. In the recent years, more and more scholars have studied the relationship between DR and DN, hoping to predict the occurrence and development of DR through related indicators of renal function. Therefore, early diagnosis and intervention of diabetic reti-

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 郑卓越, 霍昭. 肾功能与糖尿病性视网膜病变相关性研究[J]. 临床医学进展, 2024, 14(3): 513-518.

DOI: 10.12677/acm.2024.143732

nopathy can be carried out. It has positive significance to delay the progress of DR. Therefore, this article reviews the research reports related to renal function and diabetic retinopathy, so as to guide clinical treatment.

Keywords

Diabetic Retinopathy, Renal Function, Correlation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 糖尿病(Diabetes Mellitus, DM)在全世界范围内都是一个备受关注的健康问题。2017 年全球估计有 4.51 亿成年人患有糖尿病, 预计到 2045 年这一数字将增加到 6.93 亿[1]。在中国, 糖尿病的患病率在过去的几十年中同样显著增加, 造成了严重的健康问题[2]。据世界卫生组织估计, 到 2030 年, 中国将有超过 4000 万人患有糖尿病[3]。糖尿病是一种慢性、全身性代谢性疾病, 常由遗传易感性和长期环境因素共同作用所致, 是内分泌系统中最普遍和最重要的疾病之一[4]。随着糖尿病患病率的上升, 糖尿病微血管并发症如糖尿病性视网膜病变(Diabetic Retinopathy, DR)和糖尿病性肾病(Diabetic Nephropathy, DN)的患病率预计将增加[5]。近年来有研究表明[6], DR 的发生发展与糖尿病性肾病有一定相关性, 且 DR 病程进展及相关治疗手段的疗效程度也与肾功能多个相关指标的变化有十分密切的关系, 包括肾小球滤过率、尿白蛋白/肌酐、尿微量白蛋白、血尿酸、血尿素等。因此, 明确 DR 与这些指标的相互关系, 有助于早期诊断 DR、准确评估 DR 发展程度以及有效治疗 DR, 对延缓 DR 进展有积极意义。因此, 关于糖尿病患者肾功能与糖尿病性视网膜病变的相关性还有很多值得探讨的地方。

2. 糖尿病性视网膜病变与糖尿病性肾病关系探讨

糖尿病性肾病(DN)和糖尿病视网膜病变(DR)是长期存在的 1 型糖尿病(type 1 diabetes mellitus, T1D)和 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2D)患者的两大微血管并发症[7]。他们还具有共同的危险因素, 如高血糖、高血压、糖尿病进程、遗传因素等是糖尿病视网膜病变和糖尿病性肾病共同危险因素[8]。DR 和 DN 在发病机制、病理改变等方面有许多相似之处, 二者共同的发病机制主要是蛋白激酶 C 的激活、终末糖基化产物积累、多元醇通路激活、血流动力学、氧化应激、生长因子、炎症介质等, 二者病理改变在早期都表现为毛细血管基底膜增厚, DR 进一步产生内皮细胞增生、毛细血管闭塞、微血管瘤形成等, DN 则除了毛细血管基底膜增厚外, 还表现为肾小球系膜基质的增多, 而肾小球的改变与视网膜微血管瘤相似[9], 肾小球病变的严重程度与 DR 显著相关, DR 也是 DN 患者肾脏预后的独立危险因素[10]。赵大伟等回顾性研究[11]发现, 随着 DR 损害程度的加重, DN 也逐渐加重, DR 与 DN 具有正相关性。有研究表明从遗传学的角度发现糖尿病视网膜病变与糖尿病肾病风险增加之间存在显著关联[12]。Yukihisa Suzuki 等[13]观察了 127 例 DR 患者和 134 例非 DR 患者, 多因素 Logistic 回归分析显示, DR 的发生与 DN 分级(OR = 7.62)显著相关, 同样也观察到 DME 的发展与 DN 分级(OR = 2.80)显著相关。随着糖尿病视网膜病变的加重, 糖尿病肾病的发病率随之明显增高, 且病变程度加重, 也就是肾功能损伤的程度能够预测糖尿病视网膜病变进展程度[11]。

3. 肾功能与糖尿病视网膜病变关系探讨

1) 尿微量白蛋白与糖尿病视网膜病变的相关性

尿微量白蛋白(urine Microalbumin, MA)是一类广泛存在于血液中的蛋白质, 正常生理条件下在尿液中含量极微或不存在[14]。它反映了普遍的血管内皮功能障碍和通透性增加, 是 DR 和糖尿病肾病等微血管并发症的病理生理原因[15]。有学者认为[16], 虽然目前对于 DR 患者尿微量白蛋白升高机制还不明确, 但它的异常被认为是微血管内皮细胞功能异常的表现, 并且会加速微血管的病变, 如果存在持续性的微量白蛋白尿, 在出现 DR 之前就可以在视野的旁中央区出现光敏感度下降。胡凯等研究发现[17], DR 与尿微量白蛋白紧密相关, 尿微量白蛋白是能反映 DR 程度的指标之一。在韩国一项横断面研究中结果表明[18], DM 患者中增殖性糖尿病视网膜病变与微量白蛋白尿有关。尿微量白蛋白的排泄异常被公认为诊断糖尿病早期肾脏微血管病变的敏感指标, DR 的病变程度可随尿微量白蛋白的增高而愈加严重, 提示二者之间密切相关。

2) 血尿素氮(BUN)与糖尿病性视网膜病变的相关性

有研究认为 BUN 可预测 DR 的发生风险, 是增殖性糖尿病视网膜病变(PDR)的独立危险因素[19]。Rong Shi 等研究发现[20], 426 例 2 型糖尿病患者中 167 例发生 DR, 发生 DR 的概率为 39.20%。在调整了潜在的混杂因素后, BUN 与 DR 的发生概率(OR = 1.12; 95%, CI 1.03~1.21; P = 0.0107)呈正相关, 并且在糖尿病病程较短的患者中相关性更强, 但只是假设的产生, 需要进一步的前瞻性研究来证实。

3) 尿微量白蛋白/肌酐(Urine Albumin to Creatinine Ratio, UACR)与糖尿病性视网膜病变的相关性

UACR 在临床上作为反映肾功能的生物标志物, 高水平 UACR 则作为内皮功能障碍的标志物, 可能影响肾和视网膜的微血管病变[21]。有研究发现[22], 2 型糖尿病患者 DR 的患病率与 UACR 呈正相关, 当 UACR ≥ 300 mg/g 时, 患 DR 的比值比(OR)为 2.0。UACR 水平高的 2 型糖尿病视网膜病变患者的视网膜病变发生率偏高[23]。Xi Yao 等[24]研究发现较高的尿白蛋白[OR (95% CI) = 3.344 (1.921~5.822), P < 0.001]和尿白蛋白/肌酐比值[OR (95% CI) = 2.901 (1.911 ~ 5.822), P < 0.001]与 DR 的发生密切相关。万贝贝等[25]研究发现糖尿病患者视网膜病变程度与尿白蛋白/尿肌酐比值呈正相关(rs = 0.498, P < 0.05)。UACR 较 eGFR 与糖尿病视网膜病变及其严重形式的相关性更高。通过 UACR 水平的检测可以对 DR 发生情况作出预测, 及早发现 UACR 异常并进行干预, 减少 DR 的发生, 提高患者生活质量。

4) 肾小球滤过率(eGFR)与糖尿病视网膜病变的相关性

eGFR 是评价肾功能的临床标志物, eGFR 对早期诊断糖尿病肾病(DN)有较高的临床价值[26], 同样 eGFR 也被认为是 DR 和糖尿病性黄斑水肿(DME)发生和进展的独立预测因子[27]。eGFR 减低时, DR 的发生的风险值越高[28]。肾小球滤过率的下降可能预见糖尿病者糖尿病性视网膜病变的发生[29]。贾育梅等研究发现[30], 增殖性糖尿病性视网膜病变组肾小球滤过率(eGFR)均较非增殖性糖尿病性视网膜病变组 eGFR 降低。其中 UACR 为 20~200 $\mu\text{g}/\text{min}$ 组和 UACR > 200 $\mu\text{g}/\text{min}$ 组与 NDR 组的 eGFR 比较差异有统计学意义(P < 0.05)。AJin Cho 等[31]进行了一项回顾性研究发现, eGFR (比值比 2.553, 95% CI 1.219~5.348, p = 0.013)下降 $\geq 20\%$ 是 NPDR 患者 DR 进展的独立危险因素。Man 等[32]观察到较低 eGFR 水平与 DR 的存在和严重程度相关。Ryan Eyn Kidd Man 等[33]在 DR 严重程度分析中发现, 慢性肾脏疾病(CKD)与中度和重度 DR 显著相关。当连续分析 eGFR 时, 这些关联依然存在, 但未发现 eGFR 与 DME 之间存在显著关联。在中国 T2DM 患者中, 低 eGFR 水平与 DR、DME 的存在显著相关性, eGFR 也是 DME 的独立危险因素[34]。Xuenan Zhuang 等[35]研究发现 DR 分期与估算肾小球滤过率(eGFR)分期相关, 证实了慢性肾脏疾病与糖尿病性视网膜病变之间的密切关系。有研究发现[36], 糖尿病性黄斑水肿的发生同样与 eGFR 分级相关, Logistic 回归显示肾功能受损、肾功能不全者发生 DME 的风险分别是肾功能正常者的 1.604 倍及 2.573 倍。

5) 血肌酐(Cr)与糖尿病性视网膜病变的相关性

Mohammad-Reza Tamadon 等研究发现[37], 对 256 例患者中有 78.3%的增殖性糖尿病视网膜病变患者、72.9%的非增殖性糖尿病视网膜病变患者和 90.6%的无糖尿病性视网膜病变患者的血肌酐水平正常, 非增殖性视网膜病变患者和无视网膜病变患者之间的差异有统计学意义($P = 0.023$), 因此在年龄和性别调整后, 非增殖性视网膜病变患者血肌酐异常的几率是无视网膜病变患者($OR = 3.42$, 95% CI: 1.428-2.7, $P = 0.009$)的 3.42 倍, 增殖性视网膜病变患者是无视网膜病变患者的($OR = 2.60$, 95% CI: 1.05~6.42, $P = 0.039$) 2.60 倍。因此, 血肌酐水平升高会增加患 DR 的风险。因此, 血肌酐与 T2DM 患者中与 DR 发生发展密切相关, 能帮助早期 DR 的诊断[38]。

6) 其他肾功能相关指标与糖尿病性视网膜病变相关性

其他反应肾功能指标, 如尿白蛋白、胱抑素 C 等也能反应糖尿病视网膜病变严重程度。王惠凤等人研究发现[39], 与 DR 关系比较结果显示: 尿白蛋白是 DR 的危险因素, 尿白蛋白 OR 值达到 19.59, 也就是说尿白蛋白每增加 1 个+, 发生 DR 的风险就会增加 19.59 倍。一项 Meta 分析[40]验证了中国 2 型糖尿病患者胱抑素 C 水平升高与 DR 的相关性。但未来需要大样本量的前瞻性研究来证实这一发现。血清 CysC 是 2 型糖尿病正常肾功能患者 2 型糖尿病视网膜病变、颈动脉粥样硬化发生的独立危险因素[41]。血尿素氮(BUN)是反映人体肾功能和分解代谢状态的指标, Jian-Bo Zhong 等[20]研究发现 BUN 与 DR 的发生概率($OR = 1.12$; 95% CI 1.03~1.21; $P = 0.0107$)呈正相关。DM 病程和 BUN 对 DR 发生概率的交互作用检验显著为($P = 0.0295$)。我们认为, 在 2 型糖尿病患者中, BUN 与 DR 的发生呈正相关, 且这种相关性受 DM 病程的影响。血尿酸及血 β_2 微球蛋白水平升高同样也会增加患糖尿病性视网膜病变的风险[42]。

4. 总结

糖尿病的发病率和致残率在世界范围内呈上升趋势。糖尿病视网膜病变(DR)是致盲的主要原因之一, 在发达国家约有 40%的糖尿病患者发展为糖尿病肾病(DN), 导致终末期肾病[43]。而 DR 已成为我国终末期肾脏病(End-Stage Renal Disease, ESRD)的首要病因[44]。目前的研究表明, 糖尿病视网膜病变与糖尿病肾病密切相关, 并且随着肾功能恶化, 糖尿病视网膜病变的程度逐渐加重。二者发病机制复杂且相互影响。目前缺乏针对 DR 的早期诊断和有效治疗。因此, 为了预防 DR, 调查 DR 的危险因素并提出有针对性的预防方案是至关重要的。建议对糖尿病视网膜病变及肾功能相关性建立诊断标准。对早期诊断及延缓肾功能衰竭及避免视力丧失有重要临床意义。

参考文献

- [1] Hong, J.Y., Surapaneni, A., Daya, N., et al. (2021) Retinopathy and Risk of Kidney Disease in Persons with Diabetes. *Kidney Medicine*, **3**, 808-815.E1. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2021.04.018>
- [2] Li, J.T., Dong, Z.H., Wang, X.L., et al. (2023) Risk Factors for Diabetic Retinopathy in Chinese Patients with Different Diabetes Duration: Association of C-Peptide and BUN/Cr Ratio with Type 2 Diabetic Retinopathy. *International Journal of General Medicine*, **16**, 4027-4037. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S420983>
- [3] Wild, S., Roglic, G., Green, A., et al. (2004) Global Prevalence of Diabetes: Estimates for the Year 2000 and Projections for 2030. *Diabetes Care*, **27**, 1047-1053. <https://doi.org/10.2337/diacare.27.5.1047>
- [4] Zhang, Y.-Y., Chen, B.-X., Chen, Z., et al. (2023) Correlation Study of Renal Function Indices with Diabetic Peripheral Neuropathy and Diabetic Retinopathy in T2DM Patients with Normal Renal Function. *Frontiers in Public Health*, **11**, Article ID: 1302615. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1302615>
- [5] Widjaja, S.A., Mieler, W.F., Sasono, W., et al. (2024) Retinal Neurovascular Alteration in Type 2 Diabetes with Renal Impairment in Association with Systemic Arterial Stiffness. *International Journal of Retina and Vitreous*, **10**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/s40942-023-00521-5>
- [6] 罗丹. 糖尿病视网膜病变与肾功能相关性研究进展[J]. 中国中医眼科杂志, 2020, 30(9): 681-684.
- [7] Lee, G.W., Lee, C.H. and Kim, S.G. (2023) Association of Advanced Chronic Kidney Disease with Diabetic Retino-

- pathy Severity in Older Patients with Diabetes: A Retrospective Cross-Sectional Study. *Journal of Yeungnam Medical Science*, **40**, 146-155.
- [8] 李国刚, 刘惠兰. 糖尿病肾病及其视网膜病变[J]. 国外医学: 泌尿系统分册, 2005, 25(5): 665-669.
- [9] 李艳, 李东豪. 糖尿病视网膜病变和糖尿病肾病相关关系的研究进展[J]. 国际眼科杂志, 2012, 12(7): 1285-1288.
- [10] Zhang, J.L., Wang, Y.T., Li, L., *et al.* (2018) Diabetic Retinopathy May Predict the Renal Outcomes of Patients with Diabetic Nephropathy. *Renal Failure*, **40**, 243-251. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2018.1456453>
- [11] 赵大伟, 谢秀娟, 李宪华, 等. 糖尿病视网膜病变与糖尿病肾病的相关性及危险因素分析[J]. 内蒙古医科大学学报, 2017, 39(1): 41-44, 49.
- [12] Fang, J.X., Luo, C.X., Zhang, D., *et al.* (2023) Correlation between Diabetic Retinopathy and Diabetic Nephropathy: A Two-Sample Mendelian Randomization Study. *Frontiers in Endocrinology*, **14**, Article ID: 1265711. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1265711>
- [13] Suzuki, Y. and Kiyosawa, M. (2023) Relationship between Diabetic Nephropathy and Development of Diabetic Macular Edema in Addition to Diabetic Retinopathy. *Biomedicines*, **11**, 1502. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051502>
- [14] 高娇, 肖敏, 李丹, 等. 肾功能指标在糖尿病肾病早期肾损伤中的评估价值[J]. 医学临床研究, 2019, 36(5): 843-845.
- [15] Gibelalde, A., Alonso, A.A., Pinar-Sueiro, S., *et al.* (2022) Albuminuria as a Biomarker of Severity in Diabetic Retinopathy and in the Response to Intravitreal Treatment in Diabetic Macular Edema. *International Ophthalmology*, **43**, 2049-2056. <https://doi.org/10.1007/s10792-022-02604-y>
- [16] 胡凯, 栾洁, 董莉, 等. 糖尿病患者中心视野早期光敏感度分析[J]. 江苏医药, 2005, 31(3): 173-174.
- [17] 胡凯, 栾洁, 孙子林, 等. 糖尿病视网膜病变与尿微量白蛋白的关系[J]. 江苏医药, 2006, 32(7): 604-606.
- [18] Lee, W., Sobrin, L., Lee, M.J., *et al.* (2014) The Relationship between Diabetic Retinopathy and Diabetic Nephropathy in a Population-Based Study in Korea (KNHANES V-2, 3). *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **55**, 6547-6553. <https://doi.org/10.1167/iov.14-15001>
- [19] Shi, R., Niu, Z.Y., Wu, B.R., *et al.* (2020) Nomogram for the Risk of Diabetic Nephropathy or Diabetic Retinopathy among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus Based on Questionnaire and Biochemical Indicators: A Cross-Sectional Study. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, **13**, 1215-1229.
- [20] Zhong, J.-B., Yao, Y.-F., Zeng, G.-Q., *et al.* (2023) A Closer Association between Blood Urea Nitrogen and the Probability of Diabetic Retinopathy in Patients with Shorter Type 2 Diabetes Duration. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 9881. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35653-z>
- [21] 赵庆芳, 魏会宇, 胡丽影. 2型糖尿病患者糖尿病视网膜病变程度与肾功能指标的相关性[J]. 眼科新进展, 2018, 38(5): 471-474.
- [22] 蒋双双, 陈小鸟, 董哲毅, 等. 糖尿病视网膜病变与糖尿病肾相关性及其诊断价值研究进展[J]. 解放军医学杂志, 2021, 46(1): 64-70.
- [23] 成景山. 尿微量白蛋白/肌酐比值与2型糖尿病视网膜病变的相关性分析[J]. 临床合理用药杂志, 2016, 9(17): 7-8.
- [24] Yao, X., Pei, X.T., Fan, S.N., *et al.* (2022) Relationship between Renal and Liver Function with Diabetic Retinopathy in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Study Based on Cross-Sectional Data. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 9363. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13164-7>
- [25] 万贝贝, 高永杰, 徐军. 1型糖尿病患者视网膜病变与肾功能的关系[J]. 国际眼科杂志, 2019, 19(2): 272-274.
- [26] 章容, 李素梅, 张丽, 等. 三种不同肾功能检测指标与DR关系的探讨[J]. 放射免疫学杂志, 2009, 22(5): 449-451.
- [27] Yamamoto, M., Fujihara, K., Ishizawa, M., *et al.* (2019) Overt Proteinuria, Moderately Reduced EGFR and Their Combination Are Predictive of Severe Diabetic Retinopathy or Diabetic Macular Edema in Diabetes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **60**, 2685-2689.
- [28] 周莉, 苏永峰. 2型糖尿病患者EGFR、25-OH-VD水平与DR的相关性分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(66): 194-195.
- [29] 宋晓艳, 董雪红, 鹿斌, 等. 2型糖尿病患者慢性肾脏病和糖尿病视网膜病变相关分析[C]//2006年中华医学会糖尿病分会第十次全国糖尿病学术会议论文集. 北京: 中华医学会杂志社, 2006: 160.
- [30] 贾育梅, 徐援, 杨金奎. 糖尿病视网膜病变与糖尿病肾病关系的研究[J]. 首都医科大学学报, 2011, 32(5): 593-597.
- [31] Cho, A., Park, H.C., Lee, Y.-K., *et al.* (2020) Progression of Diabetic Retinopathy and Declining Renal Function in Patients with Type 2 Diabetes. *Journal of Diabetes Research*, **2020**, Article ID: 8784139.

<https://doi.org/10.1155/2020/8784139>

- [32] Mundet-Tudurí, X., Miravet-Jiménez, S., Rodríguez-Poncelas, A., *et al.* (2016) Chronic Kidney Disease and Diabetic Retinopathy in Patients with Type 2 Diabetes. *PLOS ONE*, **11**, e0149448.
- [33] Man, R.E.K., Sasongko, M.B., Wang, J.J., *et al.* (2015) The Association of Estimated Glomerular Filtration Rate with Diabetic Retinopathy and Macular Edema. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **56**, 4810-4816.
- [34] Wang, L.H., Jin, L., Wang, W., *et al.* (2022) Association of Renal Function with Diabetic Retinopathy and Macular Oedema among Chinese Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Eye*, **37**, 1538-1544.
<https://doi.org/10.1038/s41433-022-02173-5>
- [35] Zhuang, X.N., Cao, D., Zeng, Y.K., *et al.* (2020) Associations between Retinal Microvasculature/Microstructure and Renal Function in Type 2 Diabetes Patients with Early Chronic Kidney Disease. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **168**, Article ID: 108373. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108373>
- [36] 赵慧英, 刘彦, 殷英霞, 等. 糖尿病性黄斑水肿与肾功能受损的相关性[J]. 眼科, 2021, 30(3): 232-235.
- [37] Tamadon, M., Ghorbani, R., Rezaei, S., *et al.* (2015) Assessing of the Relationship between Renal Function Tests and Retinopathy Stage in Patients with Type II Diabetes. *Journal of Renal Injury Prevention*, **4**, 11-14.
- [38] 涂晶, 彭玉惠. 肾功能相关指标与糖尿病视网膜病变的相关性[J]. 中国医学工程, 2023, 31(10): 29-33.
- [39] 王惠凤. 肾功能指标与糖尿病视网膜病变关系探讨[J]. 山西医药杂志, 2012, 41(10): 1010-1012.
- [40] Yang, N., Yang, X., Jiang, K., *et al.* (2021) Association between Cystatin C and Diabetic Retinopathy among Type 2 Diabetic Patients in China: A Meta-Analysis. *International Journal of Ophthalmology*, **14**, 1430-1440.
<https://doi.org/10.18240/ijo.2021.09.21>
- [41] 卢亚男, 李伟. 肾功能正常患者血清胱抑素 C 与 2 型糖尿病血管并发症的关系[J]. 中国医学科学院学报, 2020, 42(6): 795-800.
- [42] 魏欣欣, 吕茜. 血尿酸及血肌酐水平与糖尿病性视网膜病变的关系分析[J]. 河北医药, 2016, 38(18): 2820-2822.
- [43] Iwase, T., Ueno, Y., Tomita, R., *et al.* (2023) Relationship between Retinal Microcirculation and Renal Function in Patients with Diabetes and Chronic Kidney Disease by Laser Speckle Flowgraphy. *Life*, **13**, Article No. 424.
- [44] Zhao, L.J., Ren, H.H., Zhang, J.L., *et al.* (2020) Diabetic Retinopathy, Classified Using the Lesion-Aware Deep Learning System, Predicts Diabetic End-Stage Renal Disease in Chinese Patients. *Endocrine Practice*, **26**, 429-443.