



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.06.011

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.06.011

· 论著 ·

# 维生素 D、成纤维细胞生长因子 21 与目标范围内时间的相关性及联合预测并发周围神经病变的价值分析

丁冠瑶 尹璐

**[摘要]** **目的** 分析维生素 D、成纤维细胞生长因子 (FGF) 21 与葡萄糖在目标范围内时间 (TIR) 的相关性及联合预测并发 2 型糖尿病 (T2DM) 周围神经病变 (DPN) 的价值。**方法** 选取我院 2023 年 1 月—2024 年 4 月收治的 159 例 T2DM 患者,根据是否有 DPN 分为 DPN 组 (64 例) 及无 DPN 组 (95 例)。收集所有患者一般临床资料及实验室检查指标,并进行分组比较。采用 *Pearson* 相关分析评估维生素 D、FGF21 与 TIR 的相关性;采用受试者工作特征曲线 (ROC) 评估维生素 D、FGF21 及 TIR 预测 DPN 的诊断效能。**结果** DPN 组维生素 D 及 TIR 水平均显著低于无 DPN 组,FGF21 水平高于无 DPN 组 ( $P < 0.001$ )。*Pearson* 相关分析结果显示,维生素 D 与 TIR 呈正相关,FGF21 与 TIR 呈负相关 ( $P < 0.001$ )。ROC 曲线分析结果显示,维生素 D、FGF21、TIR 三者联合预测 T2DM 患者发生 DPN 的曲线下面积 (AUC) 均高于三者单独诊断 ( $P < 0.05$ )。**结论** 维生素 D、FGF21 均与 TIR 相关,三者联合检测对 DPN 具有较高的预测价值,能为临床预测及早期识别 DPN 潜在高风险人群。

**[关键词]** 维生素 D; 成纤维细胞生长因子 21; 葡萄糖在目标范围内时间; 糖尿病周围神经病变; 相关性

**[中图分类号]** R587.2**[文献标识码]** A

基金项目:陕西省重点研发计划项目 (2022SF-387)

作者单位:712000,陕西省咸阳市第一人民医院内分泌科

通信作者:尹璐, E-mail:360266574@qq.com

- [5] 中华医学会神经病学分会, 中华神经科杂志编辑委员会. 眩晕诊治多学科专家共识[J]. 中华神经科杂志, 2017, 50(11): 805-812.
- [6] 贾婉宁, 何雯雯, 杨柳, 等. 血液透析患者疲劳及衰弱状况与睡眠的相关性研究[J]. 中日友好医院学报, 2024, 38(4): 217-221.
- [7] 陶琳, 马荣, 黄广为, 等. 头晕患者的焦虑、感知健康状态与头晕障碍量表评定的关系[J]. 国际精神病学杂志, 2024, 51(2): 489-492, 496.
- [8] 邹双骏, 安红贤, 胡凤英. 持续性姿势知觉性头晕患者睡眠障碍和认知功能障碍临床分析[J]. 河北医药, 2024, 46(15): 2328-2331.
- [9] 邱思强, 韩建龙, 左金良, 等. 血浆内皮素和降钙素基因相关肽测定在颈性眩晕诊断和治疗评估中的意义[J]. 中国临床研究, 2022, 35(10): 1386-1391.
- [10] 张敬, 李锦, 王佳, 等. 良性阵发性位置性眩晕患者椎—基底动脉系统血流动力学参数与平衡功能的相关性及评估病情程度价值[J]. 广西医科大学学报, 2023, 40(1): 140-146.
- [11] Gerlier C, Hoarau M, Fels A, et al. Differentiating central from peripheral causes of acute vertigo in an emergency setting with the HINTS, STAND-ING, and ABCD2 tests: a diagnostic cohort study[J]. Acad Emerg Med, 2021, 28(12): 1368-1378.
- [12] 赵颖, 王利军, 李伟, 等. SRM-IV 眩晕诊疗系统联合倍他司汀治疗半规管耳石症致前庭周围性眩晕的效果分析[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43(9): 1062-1067.
- [13] Ahmed JA, Ahmed KA, Ahmed MH. Severe bilateral vertebral arterial disease masquerading as vertigo[J]. Cureus, 2023, 15(12): e50410.
- [14] 赵颖, 王利军, 李伟, 等. 斯睿美眩晕诊疗系统治疗前庭周围性眩晕患者的效果[J]. 中国临床医生杂志, 2024, 52(12): 1400-1402.
- [15] 纪叶, 曹端华, 韩敬哲, 等. 椎-基底动脉系统血流动力学参数与前庭周围性眩晕继发椎-基底动脉系统脑梗死的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(8): 1806-1810.
- [16] McGuire LS, Charbel FT. A narrative review of techniques for surgical revascularization of the extracranial vertebral artery in vertebrobasilar insufficiency[J]. Neurochirurgie, 2024, 70(3): 101516.
- [17] 王晓芳, 刘利宁, 惠晶, 等. 天麻注射液联合强力定眩片对前庭周围性眩晕的应用效果及半规管功能影响[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(15): 2960-2964.
- [18] 宋温婷, 唐静, 刘丽杰. 加味祛风定晕汤联合针刺对风阳上扰型前庭神经炎患者眩晕、前庭损伤的改善作用及对平衡功能、脑血流速度和 ET-1、25OHD3 的影响[J]. 中国医院用药评价与分析, 2023, 23(11): 1321-1325.
- [19] Castañeda Aguayo F, Aguirre AJ, Garcia I, et al. Wallenberg syndrome secondary to vertebrobasilar aneurysm associated with subclavian steal syndrome[J]. Cureus, 2024, 16(10): e72623.

(收稿日期: 2025-05-24)

(本文编辑: 李昊阳)

糖尿病周围神经病变(DPN)可引起肌肉无力、疼痛、感觉和运动异常等,具有发病率高、对生活质量影响较大、长期危害严重等特点<sup>[1-2]</sup>。研究发现,早期干预可使小纤维神经病或亚临床神经病逆转或显著改善,糖尿病足溃疡发生率降低 60%,截肢发生率降低 85%,所以早期识别 DPN 高风险人群意义重大。目前普遍认为,血糖控制水平与 DPN 息息相关<sup>[3]</sup>。但新近研究发现,糖化血红蛋白(HbA1c)控制良好的糖尿病具有不同的 DPN 风险,造成这一现象的重要原因是血糖变异性不同<sup>[4]</sup>。葡萄糖在目标范围内时间(TIR)指血糖控制在合理(目标)范围内的时间,与传统空腹血糖、HbA1c 等指标相比,能够更全面地展现患者的血糖控制和波动情况,成为实现血糖高质量管理的新型监测指标<sup>[5]</sup>。维生素 D 与糖尿病的发生发展有关,用于糖尿病的辅助治疗,能减轻胰岛素抵抗,增强血糖控制效果<sup>[6-7]</sup>,但是否与 TIR 有关值得进一步探讨。成纤维细胞生长因子(FGF)21 具有调节糖脂代谢、能量代谢等作用,国内学者研究指出,FGF21 与神经传导速度有关,能反映 DPN 患者的病情<sup>[8]</sup>。本研究分析维生素 D、FGF21 与 TIR 的相关性及联合预测并发 DPN 的价值,为临床预测 DPN、早期识别 DPN 潜在高风险人群、减少 DPN 的发生等提供参考。

对象与方法

1. 对象:选取 2023 年 1 月—2024 年 4 月我院收治的 159 例 2 型糖尿病(T2DM)患者,其中男 79 例,女 80 例,年龄 36~73 岁,平均年龄(54.48±9.07)岁,糖尿病病程 3~13 年,平均糖尿病病程(7.97±2.62)年。纳入标准:(1)符合 T2DM 的诊断标准<sup>[9]</sup>;(2)年龄>18 岁;(3)1 个月内无维生素 D 制剂应用史。排除标准:(1)糖尿病急性并发症;(2)合并危及生命的急危重症;(3)其他原因导致的周围神经病变;(4)急性感染;(5)伴自身免疫疾病、肿瘤;(6)不能配合研究或难以沟通交流;(7)入组前 2 周有抗 DPN 药物应用史。DPN 的诊断参考中华医学学会糖尿病分会神经并发症学组制定的相关标准<sup>[10]</sup>,根据是否有 DPN 将所有患者分为 DPN 组(64 例)及无 DPN 组(95 例)。本研究获本院伦理委员会审核批准(LC-281222028),所有患者及家属自愿签署知情同意书。

2. 方法:收集所有患者一般临床资料及实验室检查指标,包括性别、年龄、BMI、糖尿病病程、降糖方案、基础疾病、吸烟史(每日 2 支以上,每周吸烟 2 天以上)、饮酒史(男性的日均乙醇摄入量≥40 g,女性的日均乙醇摄入量≥20 g)、空腹血糖(FPG)、HbA1c、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、

高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、维生素 D、FGF21 及 TIR。维生素 D 按水平分为,充足、不足、缺乏、严重缺乏的判定值分别为>30 μg/L(>75 nmol/L)、20~30 μg/L(50~75 nmol/L)、<20 μg/L(<50 nmol/L)、<10 μg/L(<25 nmol/L);采用 ELISA 法检测血清 FGF21 水平。将基于传感器的瞬感扫描式 CGM 系统连接至患者上臂后侧,自动监测 3 d 血糖控制在目标范围(3.9~10.0 mmol/L)内的时间,获得 TIR<sup>[11]</sup>。

3. 统计学方法:采用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 *Pearson* 相关分析评估维生素 D、FGF21 与 TIR 的相关性;采用受试者工作特征曲线(ROC)评估维生素 D、FGF21 及 TIR 预测 DPN 的诊断效能。以 *P*<0.05 表示差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般临床资料及实验室检查指标比较:DPN 组维生素 D 及 TIR 水平均显著低于无 DPN 组,FGF21 水平高于无 DPN 组(*P*<0.001)。两组患者其余指标比较差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表 1。

2. 维生素 D、FGF21 与 TIR 的相关性分析:*Pearson* 相关分析结果显示,维生素 D 与 TIR 呈正相关(*r*=0.808),FGF21 与 TIR 呈负相关(*r*=-0.799,*P*<0.001)。为验证维生素 D、FGF21 与 TIR 的相关在剔除了表 1 中各项因素后是否仍存在,进一步进行偏相关性分析结果显示,维生素 D 仍与 TIR 呈正相关(*r*=0.816),FGF21 仍与 TIR 呈负相关(*r*=-0.832,*P*<0.001)。

3. 维生素 D、FGF21 及 TIR 对 T2DM 患者发生 DPN 的诊断效能分析:ROC 曲线分析结果显示,维生素 D、FGF21 及 TIR 三项联合诊断 DPN 的曲线下面积(AUC)均高于三种单独诊断(*Z*=3.230、3.726、3.007,*P*<0.05)。见表 2、图 1。

表 2 维生素 D、FGF21、TIR 及三项联合对 DPN 诊断效能的 ROC 曲线分析结果

| 指标    | AUC   | 95% CI      | 最佳<br>截断值 | 敏感度<br>(%) | 特异度<br>(%) | <i>P</i> 值 |
|-------|-------|-------------|-----------|------------|------------|------------|
| 维生素 D | 0.819 | 0.750~0.875 | 20.60     | 82.81      | 71.58      | <0.001     |
| FGF21 | 0.805 | 0.735~0.864 | 594.26    | 73.44      | 80.00      | <0.001     |
| TIR   | 0.838 | 0.771~0.891 | 70.86     | 84.37      | 72.63      | <0.001     |
| 三者联合  | 0.928 | 0.876~0.963 | -         | 92.19      | 81.05      | <0.001     |

表 1 两组患者一般临床资料及实验室检查指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别                 | 例数 | 年龄<br>(岁)    | 性别[ 例( % ) ] |           | BMI<br>( kg/m <sup>2</sup> ) | 糖尿病病程<br>( 年 ) | 降糖方案[ 例( % ) ]   |           |           |               |                        |
|--------------------|----|--------------|--------------|-----------|------------------------------|----------------|------------------|-----------|-----------|---------------|------------------------|
|                    |    |              | 男            | 女         |                              |                | 非二甲双胍类<br>口服降糖药物 | 二甲双胍      | 胰岛素       | 胰岛素 +<br>口服药物 | 胰岛素 + 口服<br>药物 + GLP-1 |
| DPN 组              | 64 | 53.60 ± 8.59 | 30(46.88)    | 34(53.13) | 25.04 ± 1.16                 | 8.29 ± 2.39    | 2(3.13)          | 18(28.13) | 9(14.06)  | 30(46.88)     | 5(7.81)                |
| 无 DPN 组            | 95 | 55.07 ± 6.63 | 49(51.58)    | 46(48.42) | 24.81 ± 1.54                 | 7.75 ± 2.57    | 3(3.16)          | 24(25.26) | 10(10.53) | 49(51.58)     | 9(9.47)                |
| t/χ <sup>2</sup> 值 |    | 1.216        | 0.338        |           | 1.016                        | 1.336          |                  |           | 0.809     |               |                        |
| P 值                |    | 0.226        | 0.561        |           | 0.311                        | 0.183          |                  |           | 0.937     |               |                        |

| 组别                 | 例数 | 吸烟史<br>[ 例( % ) ] | 饮酒史<br>[ 例( % ) ] | 基础疾病[ 例( % ) ] |         |         |              |              |              | FPG<br>( mmol/L ) |              |
|--------------------|----|-------------------|-------------------|----------------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|
|                    |    |                   |                   | 高血压            | 冠心病     | 脑梗死     | 高血压 +<br>冠心病 | 高血压 +<br>脑梗死 | 糖尿病视<br>网膜病变 |                   | 糖尿病<br>肾病    |
| DPN 组              | 64 | 19(29.69)         | 6(9.38)           | 24(37.50)      | 3(4.69) | 2(3.13) | 4(6.25)      | 2(3.13)      | 26(40.63)    | 6(9.38)           | 13.10 ± 0.72 |
| 无 DPN 组            | 95 | 22(23.16)         | 4(4.21)           | 30(31.58)      | 8(8.42) | 1(1.05) | 2(2.11)      | 1(1.05)      | 25(26.32)    | 3(3.16)           | 12.88 ± 1.15 |
| t/χ <sup>2</sup> 值 |    | 0.852             | 0.965             | 0.598          | 0.349   | 0.121   | 0.848        | 0.121        | 3.594        | 1.726             | 1.361        |
| P 值                |    | 0.356             | 0.326             | 0.439          | 0.554   | 0.728   | 0.357        | 0.728        | 0.058        | 0.189             | 0.176        |

| 组别                 | 例数 | HbA1c<br>( % ) | HOMA-IR     | TG<br>( mmol/L ) | TC<br>( mmol/L ) | HDL-C<br>( mmol/L ) | LDL-C<br>( mmol/L ) | 维生素 D<br>( μg/L ) | FGF21<br>( pg/ml ) | TIR<br>( % )  |
|--------------------|----|----------------|-------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|
|                    |    |                |             |                  |                  |                     |                     |                   |                    |               |
| DPN 组              | 64 | 9.03 ± 0.84    | 4.15 ± 0.78 | 2.35 ± 0.75      | 5.56 ± 1.13      | 1.16 ± 0.32         | 3.27 ± 0.51         | 16.29 ± 4.72      | 635.48 ± 170.17    | 59.78 ± 12.25 |
| 无 DPN 组            | 95 | 8.81 ± 0.69    | 3.84 ± 1.12 | 2.20 ± 0.57      | 5.24 ± 1.28      | 1.23 ± 0.40         | 3.10 ± 0.72         | 22.86 ± 5.30      | 476.20 ± 153.45    | 72.41 ± 9.10  |
| t/χ <sup>2</sup> 值 |    | 1.805          | 1.922       | 1.431            | 1.619            | 1.170               | 1.632               | 8.005             | 6.142              | 7.454         |
| P 值                |    | 0.073          | 0.056       | 0.154            | 0.107            | 0.244               | 0.105               | <0.001            | <0.001             | <0.001        |

注:GLP-1 为胰高血糖素样肽-1

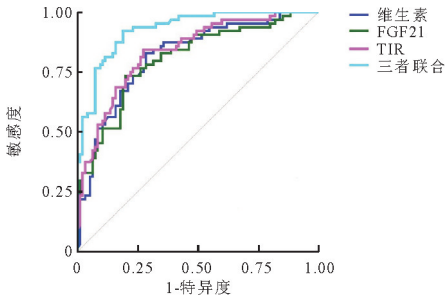


图 1 维生素 D、FGF21、TIR 及三项联合诊断  
预测 DPN 的 ROC 曲线

讨 论

当前已明确高血糖是 DPN 的主要危险因素之一,故血糖管理成为防治糖尿病相关并发症的重要举措<sup>[12]</sup>。传统临床多通过空腹血糖、HbA1c 等评估血糖管理成果,但存在一定局限性,如无法呈现每日低/高血糖状态和血糖波动状况、无法及时展示血糖水平的迅速变化等<sup>[13-14]</sup>。TIR 系近年来一个新兴的血糖监测指标,被多个国家指南和专家推荐用于血糖管理的评估<sup>[15]</sup>。已有研究证实其与 HbA1c 相关,70% 和 50% 的 TIR 分别相当于 HbA1c7.0% 和 8.0%,这意味着 TIR 增加 10% 可以使 HbA1c 降低约 0.5%,即 TIR 越高,高血糖风险越低<sup>[16]</sup>。de Meulemeester 等<sup>[17]</sup>报道,TIR 与糖尿病患者微血管并发症发生有关。循证资料表明,与 HbA1c、空腹血糖等相比,TIR 与 DPN 的相关

性更强,具有作为 DPN 高质量预测参数的潜质<sup>[18]</sup>。除血糖外,DPN 的发生还与炎症、氧化应激、免疫等有关<sup>[19]</sup>。维生素 D 作为类固醇激素,参与骨代谢、钙磷平衡等的调节,结合受体后具有抗炎、抗氧化应激、调节免疫等多种效应<sup>[20]</sup>。根据循证医学,维生素 D 能维持机体血糖稳定,影响糖尿病及其并发症的发生进展<sup>[21-22]</sup>。既往资料显示,维生素 D 缺乏是并发 DPN 的高危因素<sup>[22]</sup>。朱海伟等<sup>[23]</sup>报道,DPN 患者维生素 D 低于单纯糖尿病患者,本研究结论与之相似,提示维生素 D 可能与 DPN 有关。偏相关性分析亦称“净相关”等,是两个随机变量在排除了其余部分或全部随机变量影响情形下的净相关性或纯相关性,其能去除控制变量的干扰,从而揭示更真实的变量间的关系。但关于维生素 D 与 TIR 关系的研究较少,本研究进行偏相关性分析发现,维生素 D 与 TIR 呈正相关,这一关系在剔除了空腹血糖、HbA1c 等的影响后仍存在,意味着维生素 D 与 DPN 净相关,维生素 D 水平越高,TIR 越高,可见临床实际中,应重视糖尿病患者维生素 D 的检测与干预,保持充足的维生素 D 水平有助于提高 TIR,进而降低 DPN 的风险。

FGF21 编码 209 个氨基酸,脂肪细胞是其靶组织之一,过表达的 FGF21 能使肝脏脂肪含量减少,胰岛素敏感性增加,抵抗肥胖,这一发现使 FGF21 成为代谢疾病领域的热点研究指标,并被视为潜在的可以治疗代谢类疾病药物的一个新的研发方向<sup>[24]</sup>。糖尿病患者 FGF21 升高,在伴糖尿病微血管并发症患者中,

FGF21 进一步升高<sup>[25]</sup>。在 FGF21 基因敲除小鼠模型中观察到显著的周围神经脱髓鞘变化,而外源性 FGF21 补充则能显著改变神经传导速度,这一发现为 FGF21 在 DPN 中的作用提供了直接实验证据<sup>[26]</sup>。本研究发现,DPN 患者 FGF21 高于无 DPN 组,且偏相关性分析显示,剔除了空腹血糖、HbA1c 等后,维生素 D 与 DPN 净相关。分析原因发现,高血糖和胰岛素抵抗或敏感度降低刺激了 FGF21 的合成与分泌,造成 FGF21 反馈性或应激性升高,以抵抗高血糖状态。在以上研究基础上,本研究还发现,FGF21 与 TIR 呈负相关,即 FGF21 越高,TIR 越低,推测可能是 FGF21 越高,反映了患者高血糖状态越严重,另一方面机体内分泌代谢调控过程复杂,单纯依赖 FGF21 反馈性或应激性升高,难以逆转高血糖状态,导致 FGF21 与 TIR 之间的负相关关系<sup>[27]</sup>。同时维生素 D、FGF21 及 TIR 三者联合预测并发 DPN 的 AUC 为 0.928,大于三者单独预测,预测敏感度为 92.19%,特异度为 81.05%,提示三项指标联合能提高对 DPN 的预测价值,为临床提供更可靠的参考信息。

综上所述,维生素 D、FGF21 与糖尿病 TIR 相关,联合检测三者对 DPN 具有较高的预测价值,能为临床预测 DPN、早期识别 DPN 潜在高风险人群、减少 DPN 的发生等提供重要的参考信息。但本研究存在一定局限性,为单中心设计,可能存在选择性偏倚,研究结论的外推性有待多中心、大样本研究进一步验证。

## 参 考 文 献

- [1] Blaibel D, Fernandez CJ, Pappachan JM. Non-pharmacological interventions for diabetic peripheral neuropathy: Are we winning the battle[J]. World J Diabetes, 2024, 15(4): 579-585.
- [2] 中华医学会《中华全科医师杂志》编辑委员会, 中华医学会神经病学分会肌电图与临床神经生理学组. 糖尿病周围神经病基层诊治管理专家指导意见(2019 年)[J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18(6): 519-528.
- [3] Pop-Busui R, Boulton AJ, Feldman EL, et al. Diabetic Neuropathy: A Position Statement by the American Diabetes Association[J]. Diabetes Care, 2017, 40(1): 136-154.
- [4] Mo Y, Lu J, Zhou J. Glycemic variability: Measurement, target, impact on complications of diabetes and does it really matter[J]. J Diabetes Investig, 2024, 15(1): 5-14.
- [5] Desouza CV, Rosenstock J, Kohzuma T, et al. Glycated Albumin Correlates With Time-in-Range Better Than HbA1c or Fructosamine[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2023, 108(11): e1193-e1198.
- [6] 王卓, 宋威, 杨博, 等. 探讨维生素 D 缺乏的 2 型糖尿病患者血清胆红素、25 羟维生素 D3 水平与胰岛素抵抗的关系[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(22): 3139-3142.
- [7] 马静, 陈雨, 李玉红, 等. 维生素 D 辅助胰岛素泵强化对重症妊娠期糖尿病患者糖代谢紊乱的改善作用[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(4): 596-600.
- [8] 王宝君, 郭翔宇, 胡燕, 等. 2 型糖尿病患者交感皮肤反应、神经传导速度与空腹血清 C 肽、FGF21、补体因子 B 水平相关性研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(20): 2167-2170.
- [9] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.
- [10] 中华医学会糖尿病学分会神经并发症学组. 糖尿病神经病变诊治专家共识(2021 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(6): 540-557.
- [11] 中华医学会内分泌学分会, 国家高性能医疗器械创新中心. 动态葡萄糖图谱报告临床应用专家共识(2023 版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2024, 16(2): 190-201.
- [12] 周晓, 毛晓明. 血糖波动与 2 型糖尿病亚临床周围神经病变的相关性[J]. 中南医学科学杂志, 2023, 51(1): 53-56.
- [13] 印小蓉, 胡秀娟, 王淑倩, 等. 血糖变异系数与 2 型糖尿病周围神经病变的相关性分析[J]. 实用临床医药杂志, 2023, 27(13): 48-52.
- [14] 覃彦平, 何建明, 黄红波, 等. 血清 TNC、血压及空腹血糖与糖尿病周围神经病变及增殖性糖尿病视网膜病变的相关性[J]. 医学临床研究, 2024, 41(3): 325-328.
- [15] 唐青青, 李秀云. 葡萄糖在目标范围内时间作为糖尿病血糖管理新指标的研究进展[J]. 中国糖尿病杂志, 2023, 31(4): 316-320.
- [16] Ohigashi M, Osugi K, Kusunoki Y, et al. Association of time in range with hemoglobin A1c, glycated albumin and 1, 5-anhydro-d-glucitol[J]. J Diabetes Investig, 2021, 12(6): 940-949.
- [17] de Meulemeester J, Charleer S, Visser MM, et al. The association of chronic complications with time in tight range and time in range in people with type 1 diabetes: a retrospective cross-sectional real-world study[J]. Diabetologia, 2024, 67(8): 1527-1535.
- [18] Hu YM, Zhao LH, Zhang XL, et al. Association of glycaemic variability evaluated by continuous glucose monitoring with diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetic patients[J]. Endocrine, 2018, 60(2): 292-300.
- [19] 邹钊霞, 李露冰, 方语嫣, 等. 糖尿病周围神经病变机制及  $\alpha$ -硫辛酸治疗作用的研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(8): 2029-2036.
- [20] 廖清睿. 维生素 D 干预糖尿病周围神经病变机制的研究进展[J]. 微循环学杂志, 2022, 32(4): 80-84.
- [21] 凡军芳, 时照明. 2 型糖尿病患者血糖波动与血清 25-羟维生素 D 水平的相关性研究[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2021, 22(2): 219-222.
- [22] 王丽, 裴晓艳, 曹蕾, 等. 血清 25 羟维生素 D<sub>3</sub>、铁蛋白与 2 型糖尿病周围神经病变的关系[J]. 中华保健医学杂志, 2024, 26(4): 533-535.
- [23] 朱海伟, 梁琳琅, 于浩, 等. 维生素 D、单核细胞/高密度脂蛋白比值与不同年龄糖尿病周围神经病变相关性研究[J]. 临床军医杂志, 2022, 50(11): 1188-1190, 1193.
- [24] Szczepańska E, Gietka-Czerneł M. FGF21: A Novel Regulator of Glucose and Lipid Metabolism and Whole-Body Energy Balance[J]. Horm Metab Res, 2022, 54(4): 203-211.
- [25] 李健, 余兰, 周宇, 等. 超重或肥胖 2 型糖尿病患者成纤维细胞生长因子 21 水平与微血管并发症的相关性研究[J]. 重庆医学, 2022, 51(13): 2216-2221, 2226.
- [26] Cui X, Feng J, Wei T, et al. Pancreatic alpha cell glucagon-liver FGF21 axis regulates beta cell regeneration in a mouse model of type 2 diabetes[J]. Diabetologia, 2023, 66(3): 535-550.
- [27] Guo C, Zhao L, Li Y, et al. Relationship between FGF21 and drug or nondrug therapy of type 2 diabetes mellitus[J]. J Cell Physiol, 2021, 236(1): 55-67.

(收稿日期:2025-01-03)

(本文编辑:李丹青)