

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.04.050

T2DM 住院患者睡眠质量、血糖变异性与血糖控制水平的相关性研究

李晓玉, 张 钰

(蚌埠医科大学第二附属医院 全科医学科, 安徽蚌埠 233000)

【摘要】目的 探讨 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)住院患者睡眠质量、血糖变异性(glycemic variability, GV)与血糖控制水平的关系,分析血糖控制水平的影响因素。**方法** 回顾性纳入 2025 年 12 月至 2026 年 5 月蚌埠医科大学第二附属医院收治的 80 例 T2DM 住院患者,采用匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index, PSQI)评估睡眠质量,并接受动态血糖监测系统(continuous glucose monitoring system, CGMS)。以 PSQI 总分 ≥ 8 分为界限划分为睡眠障碍组与睡眠良好组,比较两组基线资料及动态血糖指标;采用 Pearson 相关分析和多元线性回归分析睡眠参数与血糖控制指标的相关性及影响因素。**结果** 共检出睡眠障碍患者 33 例(41.25%),其 PSQI 总分为(12.8 $\pm$ 2.7)分;睡眠良好组 47 例(58.75%),PSQI 总分为(3.9 $\pm$ 1.6)分,两组 PSQI 总分差异有统计学意义($P < 0.001$)。与睡眠良好组相比,睡眠障碍组糖化血红蛋白(glycated hemoglobin A1c, HbA1c)、血糖变异系数(coefficient of variation, CV)更高(均 $P < 0.01$),目标范围内时间(time in range, TIR)更低($P < 0.01$)。Pearson 相关分析显示,PSQI 总分与 HbA1c、CV 均呈正相关(均 $P < 0.01$),与 TIR 呈负相关($P < 0.01$)。多元回归分析显示, HbA1c($\beta = 0.35, P < 0.01$)、PSQI 总分($\beta = 0.32, P < 0.01$)、焦虑/抑郁状态($\beta = 0.21, P < 0.05$)是影响 T2DM 住院患者 CV 的独立危险因素。**结论** T2DM 住院患者睡眠障碍发生率较高,且睡眠质量是影响 CV 和血糖控制水平的独立相关因素。

【关键词】 2 型糖尿病; 睡眠监测; 动态血糖监测系统; 血糖变异性; 相关性**【中图分类号】** R587.1**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 04-0234-04

Study on the correlation between sleep quality, glycemic variability and glycemic control level in inpatients with type 2 diabetes mellitus

LI Xiaoyu, ZHANG Yu

(Department of General Medicine, The Second Affiliated Hospital of Bengbu Medical University, Bengbu 233000, Anhui, China)

【Abstract】Objective To investigate the relationship between sleep quality, glycemic variability (GV) and glycemic control level in inpatients with type 2 diabetes mellitus (T2DM), and to analyze the influencing factors of glycemic control levels. **Methods** A total of 80 inpatients with T2DM admitted to the Second Affiliated Hospital of Bengbu Medical University from December 2025 to May 2026 were retrospectively included. The sleep quality was evaluated using the Pittsburgh sleep quality index (PSQI), and continuous glucose monitoring system (CGMS) was also adopted. Based on a total PSQI score of ≥ 8 as the criterion, the subjects were divided into the sleep disorder group and the good sleep group. The baseline data and dynamic glycemic indicators of the two groups were compared. Moreover, the correlation between sleep parameters and glycemic control indicators and the influencing factors were analyzed by Pearson correlation analysis and multiple linear regression analysis. **Results** A total of 33 patients (41.25%) with sleep disorders were detected, and their total PSQI score was (12.8 $\pm$ 2.7) points. In the good sleep group, 47 patients (58.75%) were detected, and their total PSQI score was (3.9 $\pm$ 1.6) points. The difference of total PSQI score between the two groups was statistically significant ($P < 0.001$). Compared with the good sleep group, the glycated hemoglobin A1c (HbA1c) and coefficient of variation (CV) were higher in the sleep disorder group (all $P < 0.01$), and the time in range (TIR) was lower ($P < 0.01$). Pearson correlation analysis revealed that the total scores of PSQI were positively correlated with HbA1c and CV (all $P < 0.01$), and negatively correlated with TIR ($P < 0.01$). The multiple regression analysis showed that HbA1c ($\beta = 0.35, P < 0.01$), total PSQI score ($\beta = 0.32, P < 0.01$), anxiety/depression state ($\beta = 0.21, P < 0.05$) were independent risk factors affecting CV in inpatients with T2DM. **Conclusion** The incidence of sleep disorders in inpatients with T2DM is

收稿日期: 2026-07-11。

基金项目: 安徽省教育厅科学研究计划项目(自然科学类)(项目编号: 2025AHGXZK20236)。

作者简介: 李晓玉, 本科, 医师, 研究方向: 糖尿病。E-mail: 13856046810@163.com。

high, and sleep quality is an independent factor affecting CV and glycemic control level.

【Key words】Type 2 diabetes mellitus; Sleep monitoring; Continuous glucose monitoring system; Glycemic variability; Correlation

2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是一种复杂的慢性代谢性疾病^[1],传统血糖监测方法仅能获取单个时间点的血糖数值,无法持续监测患者的血糖波动水平。动态血糖监测系统(continuous glucose monitoring system, CGMS)可持续监测 T2DM 患者血糖水平,有助于根据血糖波动情况实现精准控糖^[2]。研究显示,睡眠时长、睡眠质量等均可影响糖代谢,不良睡眠习惯会加重胰岛素抵抗,不利于 T2DM 患者的血糖控制^[3-4]。与健康人群相比,T2DM 患者睡眠障碍发生风险显著升高,易形成睡眠障碍与血糖控制不佳的双向恶性循环^[5]。当前大多数研究集中于探究睡眠指标与糖化血红蛋白(glycated hemoglobin A1c, HbA1c)或传统血糖监测指标的横断面关联,针对 CGMS 技术在 T2DM 血糖监测中的应用研究较少。本研究采用回顾性设计,联合应用匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index, PSQI)与 CGMS 技术,分析 T2DM 住院患者睡眠质量、血糖变异性(glycemic variability, GV)与血糖控制水平的关系,以期临床将睡眠管理纳入糖尿病综合治疗方案提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2025 年 12 月至 2026 年 5 月蚌埠医科大学第二附属医院全科医学科收治的 T2DM 住院患者共 217 例。初筛阶段共排除 112 例:1 型/妊娠/其他特殊类型糖尿病 19 例,合并严重心肝肾疾病、肿瘤、急性感染或甲状腺功能亢进等影响代谢的疾病 46 例,存在严重精神疾病或认知障碍 14 例,长期使用糖皮质激素、镇静安眠药等干扰睡眠/血糖水平的药物 33 例;排除有明确头部外伤史、脑卒中及其他中枢神经系统器质性疾病病史的患者。初筛后剩余 105 例符合纳入排除标准,其中 25 例未完成 72 h 全程 CGMS 监测或 PSQI 评估,整体失访/脱落率为 19.8%,最终纳入 80 例完成全程研究流程的 T2DM 患者。纳入标准:①符合 T2DM 诊断标准^[6];②年龄 18~75 岁;③住院时间 ≥ 5 d,且完成至少 72 h CGMS 监测;④意识清楚,可配合完成 PSQI 量表评估。本研究经蚌埠医科大学第二附属医院伦理委员会批准(伦科批字[2026]第 421 号)。

同期从蚌埠医科大学第二附属医院体检中心纳入年龄、性别与 T2DM 组匹配的健康体检者 80 例作为健康对照组。健康对照组纳入标准:①无糖尿病病史;②无睡眠障碍相关疾病史;③无精神类药物使用史;④年龄 18~75 岁。健康对照组仅完成 PSQI 量表评估,用于与 T2DM 组(80 例)睡眠障碍基线发生率的对比分析。两组预设样本量均为 80 例。事后检验结果显示,在当前样本量下(每组 80 例),以 $\alpha=0.05$ 为检验水准,可检测出两组睡眠障碍发生率差值 $\geq 20\%$ 的统计效能约为 0.85,基本满足研究需求。

1.2 方法

1.2.1 睡眠质量评估

采用中文版 PSQI 量表,评估所有研究对象入院前 1 个月的整体睡眠质量。所有受试者在入院 24 h 内采用标准化访谈方式协助其完成 PSQI 量表评估。PSQI 量表共包含 7 个维度(主观睡眠质量、入睡时间、睡眠时间、睡眠效率、睡眠障碍、催眠药物使用、日间功能障碍),共 18 个条目,每个维度按 0~3 分计分,总分 0~21 分。PSQI 总分 ≥ 8 分判定为存在睡眠障碍。

1.2.2 动态血糖监测

所有患者入院后佩戴 CGMS 设备开展至少 72 h 的连续血糖监测。连续监测 72 h,数据经无线传输同步至接收终端。监测 72 h 后,通过配套专用软件导出原始数据,计算平均血糖(mean blood glucose, MBG)、血糖标准差(standard deviation of blood glucose, SD)、血糖变异系数(coefficient of variation, CV)、目标范围内时间(time in range, TIR)、高血糖时间(time above range, TAR, > 10.0 mmol/L)及低血糖时间(time below range, TBR, < 3.9 mmol/L)等动态血糖参数。本研究 CGMS 相关操作均严格遵循制造商操作指南,由经专项培训的医护人员完成,监测期间患者维持常规住院治疗与标准糖尿病膳食。

1.2.3 临床资料收集

通过医院电子病历系统收集研究对象人口学资料(年龄、性别)、体重指数(body mass index, BMI)、入院时 HbA1c、空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;非正态分布资料以中位数(四分位数间距)表示,采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。采用 Pearson 相关分析探讨 PSQI 得分与 CGMS 指标及 HbA1c 的相关性。以 CV、TIR 为因变量,纳入年龄、性别、糖尿病病程、BMI、HbA1c、PSQI 总分、吸烟史、饮酒史、每周运动时长、焦虑/抑郁状态、夜间打鼾史作为自变量,进行多元线性回归分析,探讨影响血糖变异性和控制水平的关键因素。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线特征

共纳入 80 例 T2DM 住院患者,其中男性 60 例(75.00%),女性 20 例(25.00%),平均年龄(58.6 ± 10.3)岁,BMI(25.4 ± 3.6) kg/m²,平均 HbA1c(8.0 ± 1.1)%。同期对照组睡眠障碍发生率为 18.75%(15/80),显著低于 T2DM 组($\chi^2=10.27, P<0.01$)。根据 PSQI 评分结果(总分 ≥ 8 分),T2DM 患者中检出睡眠障碍 33 例,发生率为 41.25%(33/80),纳入睡眠障碍组;其余 47 例纳入睡眠良好组。两组患者年龄、糖尿病病程、BMI、吸烟史、饮酒史、运动水平比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),但睡眠障碍组男性比例低于睡眠良好组($P=0.014$),睡眠障碍组 HbA1c 水平显著高于睡眠良好组($P<0.01$),且合并焦虑/抑郁比例更高($P<0.05$)(表 1)。

表 1 睡眠障碍组与睡眠良好组基线特征比较($\bar{x}\pm s$,例(%))

项目	总体 (n=80)	睡眠障碍组 (n=33)	睡眠良好组 (n=47)	t/χ^2	P
年龄(岁)	58.6 $\pm$ 10.3	59.8 $\pm$ 9.7	57.8 $\pm$ 10.8	0.892	0.375
男性	60 (75.00)	20 (60.61)	40 (85.11)	6.045	0.014
女性	20 (25.00)	13 (39.39)	7 (14.89)	—	—
BMI (kg/m ²)	25.4 $\pm$ 3.6	25.9 $\pm$ 3.8	25.0 $\pm$ 3.4	1.138	0.259
HbA1c (%)	8.0 $\pm$ 1.1	8.5 $\pm$ 1.2	7.6 $\pm$ 0.9	3.874	0.003
FPG (mmol/L)	8.9 $\pm$ 2.3	9.3 $\pm$ 2.5	8.6 $\pm$ 2.1	1.383	0.171
PSQI 总分(分)	7.8 $\pm$ 4.5	12.8 $\pm$ 2.7	3.9 $\pm$ 1.6	25.137	<0.001
吸烟史	28 (35.00)	12 (36.36)	16 (34.04)	0.046	0.830
饮酒史	22 (27.50)	9 (27.27)	13 (27.66)	0.001	0.971
每周运动时长(h)	2.8 $\pm$ 1.5	2.5 $\pm$ 1.3	3.0 $\pm$ 1.6	1.474	0.143
焦虑/抑郁状态	18 (22.50)	12 (36.36)	6 (12.77)	6.382	0.012
夜间打鼾史	37 (46.25)	17 (51.52)	20 (42.55)	0.624	0.430

注: BMI: 体重指数; HbA1c: 糖化血红蛋白; FPG: 空腹血糖; PSQI: 匹兹堡睡眠质量指数。

2.2 睡眠质量与动态血糖指标的比较

睡眠障碍组 SD、CV、TAR 均显著高于睡眠良好组(均 $P<0.01$),而 TIR 显著低于睡眠良好组($P<0.01$)。两组 MBG 和 TBR 比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)(表 2)。

表 2 两组动态血糖监测指标比较($\bar{x}\pm s$)

指标	睡眠障碍组 (n=33)	睡眠良好组 (n=47)	t	P
MBG (mmol/L)	9.8 $\pm$ 1.7	9.3 $\pm$ 1.4	1.476	0.144
SD (mmol/L)	3.1 $\pm$ 0.8	2.5 $\pm$ 0.6	3.857	<0.01
CV (%)	25.3 $\pm$ 4.1	20.8 $\pm$ 3.5	5.324	<0.01
TIR (%)	65.2 $\pm$ 12.4	75.8 $\pm$ 10.7	-4.201	<0.01
TAR (%)	30.5 $\pm$ 11.8	21.9 $\pm$ 9.5	3.667	<0.01
TBR (%)	4.3 $\pm$ 3.1	2.3 $\pm$ 2.4	1.832	0.071

注: MBG: 平均血糖; SD: 血糖标准差; CV: 血糖变异系数; TIR: 目标范围内时间; TAR: 高血糖时间; TBR: 低血糖时间。

2.3 睡眠参数与血糖控制指标的相关性分析

Pearson 相关分析显示,PSQI 总分与 HbA1c($r=0.412, P<0.01$)、CV($r=0.487, P<0.01$)、SD($r=0.435, P<0.01$)、TAR($r=0.376, P<0.01$)呈显著正相关,与 TIR($r=-0.398, P<0.01$)呈显著负相关。在 PSQI 各维度中,入睡潜伏期、睡眠持续时间与 CV 的相关性最强(r 分别为 0.452 和 0.401,均 $P<0.01$)。

2.4 影响 GV 的多因素分析

以 CV 为因变量,纳入年龄、性别、病程、BMI、HbA1c、PSQI 总分、吸烟史、饮酒史、每周运动时长、焦虑/抑郁状态、夜间打鼾史行多元线性回归分析。结果显示,校正上述混杂因素后,HbA1c($\beta=0.35, P<0.01$)、PSQI 总分($\beta=0.32, P<0.01$)、焦虑/抑郁状态($\beta=0.21, P<0.05$)是影响 CV 的独立危险因素;

而吸烟史、饮酒史、每周运动时长、夜间打鼾史等因素在模型中差异无统计学意义(均 $P>0.05$),共同解释 CV 变异的 42.3%(调整后 $R^2=0.423$)。以 TIR 为因变量,纳入与 CV 分析相同的协变量进行多元线性回归分析,结果显示,PSQI 总分($\beta=-0.29, P<0.05$)、糖尿病病程($\beta=-0.25, P<0.05$)、每周运动时长($\beta=0.22, P<0.05$)是 TIR 的独立影响因素。

3 讨论

本研究纳入的患者住院原因多样,其中血糖控制不佳和启动胰岛素治疗为主要原因。住院期间的相关应激状态,如对新治疗方案的焦虑、对并发症的担忧,本身即可对患者睡眠质量产生负面影响。尽管本研究在分析中已校正焦虑/抑郁状态这一协变量,但仍无法完全排除住院环境及特定医疗事件对睡眠的即时影响,这是本研究的局限性之一。

本研究发现,住院 T2DM 患者的睡眠障碍发生率高达 41.25%,显著高于同期健康体检人群的 18.75%。本研究结果显示,睡眠障碍患者的 GV (CV、SD)水平显著升高,TIR 显著缩短。GV 作为糖尿病并发症的独立预测因子,血糖波动较大时可造成血管内皮损伤^[7]。为改善 T2DM 患者的预后,临床需对其血糖波动进行实时监测,对可调节因素实施有效干预,其中尤其应重视提升 T2DM 患者的睡眠质量。

本研究结果显示,HbA1c、PSQI 总分、焦虑/抑郁状态是影响 CV 的独立因素。睡眠对 T2DM 患者 GV 的影响涉及多个层面^[8-10]:①睡眠不足可激活患者下丘脑-垂体-肾上腺(hypothalamic-pituitary-adrenal, HPA)轴,升高皮质醇水平直接拮抗胰岛素并诱发低度炎症,加重胰岛素抵抗;②睡眠节律紊乱会扰乱生物钟基因表达,破坏肝脏糖异生和胰岛素分泌的昼夜规律;③睡眠障碍会导致患者精神或体力状态下降,日常体力活动量与强度进一步降低,削弱其糖尿病自我管理能力。在校正焦虑/抑郁状态、吸烟饮酒史、运动水平等混杂因素后,上述关联仍独立存在,提示临床管理需同步关注睡眠、情绪与生活方式。

本研究主要局限性为:作为单中心回顾性研究,纳入样本量有限,后续需扩大样本量进一步验证结论普适性;仅采用主观睡眠评估工具,后续建议纳入多导睡眠监测(polysomnography, PSG)等客观工具,

明确睡眠结构异常亚型,实现对 T2DM 患者睡眠质量与血糖动态水平关联的精准分析。此外,本研究已排除合并头部外伤、脑卒中等中枢神经系统疾病的患者,减少其对睡眠结构及血糖调控的潜在干扰。后续研究可结合头颅磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等影像技术,进一步探索睡眠-代谢相关脑区结构与血糖调控间关联。

综上,睡眠障碍是住院 T2DM 患者的常见合并状态,且睡眠质量与患者 GV 及血糖控制水平独立相关。临床管理应将睡眠质量纳入常规评估,将睡眠卫生教育、认知行为疗法等非药物干预方式与药物治疗、生活方式指导相结合,形成规范化综合干预方案,帮助患者实现更平稳、更安全的血糖控制,改善其生活质量与远期预后。

参考文献

- [1] 田慧颖, 黄亚璇, 卢雪凤, 等. 观察动态血糖监测方式对 2 型糖尿病患者睡眠质量的影响[J]. 世界睡眠医学杂志, 2025, 12 (2): 307-309.
- [2] 王霞. 动态血糖监测在改善老年 2 型糖尿病血糖异常波动患者中的临床应用[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35 (15): 4217-4218.
- [3] KRAKAUER M, BOTERO J F, FERNANDO J, *et al.* A review of flash glucose monitoring in type 2 diabetes[J]. Diabetol Metab Syndr, 2021, 13(1):42.
- [4] ALLEMANN S, HOURIET C, DIEM P, STETTLER C. Self-monitoring of blood glucose in non-insulin treated patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis[J]. Curr Med Res Opin, 2009, 25(12):2903-2913.
- [5] DABBAGH Z, MCKEE M D, PIRRAGLIA P A, *et al.* The Expanding Use of Continuous Glucose Monitoring in Type 2 Diabetes[J]. Diabetes Technol Ther, 2022, 24(7):510-515.
- [6] 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.
- [7] SAISHO Y. Glycemic variability and oxidative stress: a link between diabetes and cardiovascular disease?[J]. Int J Mol Sci, 2014, 15(10):18381-18406.
- [8] SONDRUP N, TERMANNSEN A D, ERIKSEN J N, *et al.* Effects of sleep manipulation on markers of insulin sensitivity: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Sleep Med Rev, 2022, 62:101594.
- [9] LEE J, LIU R, DE JESUS D, *et al.* Circadian control of β -cell function and stress responses[J]. Diabetes Obes Metab, 2015, 17 Suppl 1(1):123-133.
- [10] INKSTER B, RIHA R L, VAN LOOK L, *et al.* Association between excessive daytime sleepiness and severe hypoglycemia in people with type 2 diabetes: the Edinburgh Type 2 Diabetes Study[J]. Diabetes Care, 2013, 36(12):4157-4159.