

文章编号:1003-2754(2025)11-0974-05

doi:10.19845/j.cnki.zfysjzbzz.2025.0178

2型糖尿病体位性脑血流动力学变化与其不良预后的相关性研究

李彦琳, 唐玮婷, 李双杏, 李姝莹, 张进伟, 游咏

摘要: **目的** 卧立位经颅多普勒超声(TCD)技术适用于评估心血管自主神经功能失调。本研究旨在评估该技术在预测2型糖尿病伴或不伴直立性低血压(OH)患者不良预后方面的效能。**方法** 选取2020年8月—2023年5月于海南医科大学第二附属医院内分泌科及神经内科的2型糖尿病患者作为研究对象。收集患者的基本临床资料,并进行卧立位TCD检查,同时监测并记录卧位与立位时的血压、心率以及脑血流动力学的变化情况。对患者进行2~4年的随访,记录其用药情况、直立不耐受评分,以及不良事件的发生情况。连续变量组间比较采用两独立样本 t 检验(符合正态分布)或Mann-Whitney U 检验(非正态分布),分类变量组间比较采用卡方检验。采用二元Logistic回归分析,探讨卧立位TCD检查结果与不良预后之间的关联性。**结果** 共入组118例患者(男性96例,女性22例),其中糖尿病合并OH者28例(23.7%),未合并OH者90例(76.3%)。随访期间19例(16.1%)发生不良预后事件(含晕厥、跌倒、死亡等)。TCD示立位脑血流“W”波回调不良是糖尿病患者不良预后的独立危险因素($OR=3.536, 95\%CI 1.136-11.006, P=0.029$)。**结论** 血管反射衰竭效应及反常脑血管收缩可能是导致立位脑血流回调障碍的机制。TCD测试在检测脑血管病变和脑血流动力学变化方面具有重要作用,特别是在糖尿病合并OH患者中,TCD测试对评估不良预后具有良好的预测效能。

关键词: 2型糖尿病; 卧立位TCD测试; 直立性低血压; 脑血流回调

中图分类号: R 445.1; R 587.1

文献标识码: A

Postural cerebral hemodynamic changes in patients with type 2 diabetes mellitus and their association with adverse outcomes LI Yanlin, TANG Weiting, LI Shuangxing, et al. (Department of Neurology, The Second Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou 570311, China)

Abstract: Objective The supine-to-standing transcranial Doppler (TCD) technique is suitable for evaluating cardiovascular autonomic dysfunction, and this study aims to assess its performance in predicting adverse outcomes in diabetic patients with or without orthostatic hypotension (OH). **Methods** The patients with type 2 diabetes mellitus who were admitted to Department of Endocrinology and Department of Neurology in The Second Affiliated Hospital of Hainan Medical University from August 2020 to May 2023 were enrolled as subjects. Basic clinical data were collected, and supine-to-standing TCD was performed to monitor and record the changes in blood pressure, heart rate, and cerebral hemodynamics in both supine and standing positions. The patients were followed for 2–4 years to record medication, orthostatic intolerance score, and adverse events. The two-independent-samples t test was used for comparison of normally distributed continuous variables between groups, and the Mann-Whitney U test was used for comparison of non-normally distributed continuous variables between groups; the chi-square test was used for comparison of categorical variables between groups. The binary logistic regression analysis was used to investigate the association between the results of supine-to-standing TCD and adverse outcomes. **Results** A total of 118 patients (96 male patients and 22 female patients) were enrolled, among whom there were 28 patients with OH (23.7%) and 90 patients without OH (76.3%). During follow-up, 19 patients (16.1%) experienced adverse outcomes (including syncope, falls, and death). TCD showed that impaired “W” wave recovery in cerebral blood flow in the standing position was an independent risk factor for adverse outcomes in diabetic patients ($OR=3.536, 95\% CI 1.136-11.006, P=0.029$). **Conclusion** Vascular reflex failure and paradoxical cerebral vasoconstriction may be the mechanisms for impaired cerebral blood flow recovery in the standing position. TCD testing has an important role in detecting cerebrovascular abnormalities and cerebral hemodynamic changes, especially in diabetic patients with OH, and it has good performance in predicting adverse outcomes.

Key words: Type 2 diabetes mellitus; Supine-to-standing transcranial Doppler test; Orthostatic hypotension; Cerebral blood flow recovery

2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是一种以胰岛素生成或利用障碍导致糖代谢紊乱的慢性代谢性疾病,以高血糖为主要特征,主要见于中老年^[1,2]。T2DM常伴有多个并发症,主要的并发症包

收稿日期:2025-09-16;修订日期:2025-10-22

基金项目:海南省科技厅重点研发项目(ZDYF2024SHFZ064)

作者单位:(海南医科大学第二附属医院神经内科,海南海口 570311)

通信作者:游咏, E-mail:hy213440@muh.n. edu. cn

括糖尿病性周围神经病变、糖尿病视网膜病变、糖尿病足、糖尿病肾病、直立性低血压(orthostatic hypotension, OH)等^[3]。糖尿病性自主神经病变是导致OH的常见原因,该病成因较为复杂,可能与神经纤维的代谢损伤、神经血管功能不全、自身免疫损伤和神经激素生长因子缺乏等有关^[4]。OH是糖尿病患者自主神经系统受损的主要体征,可分为神经源性和非神经源性^[5,6]。研究表明,OH的存在与跌倒、死亡、卒中、心力衰竭、冠心病、认知障碍等不良预后相关^[3,6-9]。

主动卧立位试验是评估OH的标准方法,且临床易操作、花费低,但已有研究对血压变化与糖尿病不良预后的关系报道不一致。TCD联合卧立位试验可评估快速直立位引发的脑血流变化^[10,11],主要观测站立后初始阶段(前30 s)和早期阶段(直立1~2 min)的脑血流动力学反应,快速主动站立时脑血流速度先是下降而后快速回调至少达到基线的平均水平,这个过程大概在30 s内完成,命名为“W”波^[12,13]。“W”波的出现可能与快速主动站立过程中压力反射功能相关,严重自主神经功能障碍患者可能出现“W”波的消失^[14]。这些反应主要受神经系统调控。研究表明,通过卧立位联合TCD监测体位变化时脑血流动力学的变化,可以有效预测多系统萎缩患者的预后,尤其是OH现象^[12]。此技术便于日常门诊实践应用。本研究旨在探讨TCD技术对预测伴或不伴OH的糖尿病不良预后的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

连续选取2020年8月—2023年5月在海南医科大学第二附属医院内分泌科及神经内科住院的2型糖尿病患者共517例作为研究对象。入选标准:(1)符合2型糖尿病的诊断标准(年龄介于18~80岁),诊断依据为2019年《中国2型糖尿病防治指南》。(2)患者自愿参与研究,能够全程配合并完成检查,且已签署知情同意书。排除标准:(1)其他原发性OH,如多系统萎缩、帕金森病、路易体痴呆、自身免疫性神经节病等。(2)继发性OH,包括:①心血管疾病,如病窦综合征、房室传导阻滞、心衰、肺动脉高压等;②血容量不足;③内分泌疾病,如肾上腺皮质机能减退,甲状腺疾病;④肾功能衰竭;⑤脊髓病。(3)其他病因所致的周围神经病,如淀粉样变、酒精中毒、遗传性周围神经病、化疗药物等。(4)新发心血管疾病史(心肌梗死或脑卒中)。(5)颅内动脉狭窄>50%。(6)颞穿穿透不良者。共纳入T2DM患者517例,依据排除标准,排除224例,失访175例,最终入组118例。

1.2 方法

1.2.1 临床资料的收集 收集患者一般临床资料,包括性别、年龄、既往史(高血压、高脂血症、脑卒中、房颤、心肌梗死)、病程、糖尿病慢性并发症(糖尿病足、糖尿病肾病、糖尿病视网膜病变)、检测糖化血红蛋白等。

1.2.2 卧立位TCD试验 入组患者均行卧立位联合TCD监测脑血流,本研究采用中国北京悦琦公司的超声经颅多普勒血流分析仪(TCD-2000s)。受试者采取仰卧姿势,超声头架被稳固安装,随后使用2 MHz的超声探头探测任意一侧大脑中动脉的血流信号,探测深度设定为50~60 mm,待获得最佳信号后,将探头牢牢固定在头架上。患者需平躺3 min,随后在8 s内迅速由仰卧转为站立姿势,保持站立状态3 min,之后再恢复仰卧姿势,继续平躺3 min。在患者快速主动站立时,需密切观察“W”波是否存在回调不全的现象,并记录平卧时的基线数据以及站立3 min内的平均脑血流速度(V_m)和搏动指数(PI)。同时测量卧位血压、心率,及直立后间隔1 min分别测量并记录血压、心率。经典型直立性低血压(classic orthostatic hypotension, C-OH)是指:在卧立位试验中,站立3 min内收缩压下降 ≥ 20 mmHg和(或)舒张压下降 ≥ 10 mmHg。对于合并仰卧位高血压的患者,其诊断标准为收缩压下降 ≥ 30 mmHg和(或)舒张压下降 ≥ 15 mmHg^[7]。

1.2.3 直立不耐受评分 利用直立不耐受问卷(Orthostatic Intolerance Questionnaire, OIQ)评估患者近1月的直立不耐受症状。问卷包括10个项目,包括:头晕、眩晕、恶心、手抖、心悸、头痛、大汗、视力模糊、胸部不适和注意力集中困难。每项评分从0分到4分,0分表示从无症状,1分表示每月1次,2分表示每月2~4次,3分表示每周2~7次,4分表示每天多次出现。通过10项得分相加得到总分来评估直立不耐受症状的严重程度。评分 ≥ 1 分认为有直立不耐受症状,得分越高表明症状越严重^[15]。

1.2.4 随访 2~4年后进行随访,记录出现的不良预后事件,包括晕厥、跌倒、骨折、卧床、死亡。同时记录患者是否规律服用降糖药物、最近一次血糖监测的结果,以及当前的OIQ得分。

1.2.5 统计学方法 使用SPSS 27.0软件进行数据分析。对服从正态分布的连续变量以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验。对非正态分布连续变量采用中位数(四分位数间距) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。分类变量以例数(构成比) $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用卡方检验进行分析。我们运用二分类Logistic回归分析模

型,通过调整性别和年龄这两个协变量,深入探讨了卧立位试验结果与不良预后之间的相关性,并设定 $P < 0.05$ 为判定差异具有统计学意义的阈值。

2 结果

2.1 一般临床资料 共入组 T2DM 患者 118 例,其中男性 96 例 (81.4%),女性 22 例 (18.6%),年龄 (61.19±9.01) 岁,糖尿病病程 (7.60±6.49) 年,糖化血红蛋白 (9.65±2.69)%。具体而言,研究中共有 28 例 T2DM 合并 OH 的患者 (占比 23.7%),以及 90 例未合并 OH 的患者 (占比 76.3%)。与不合并 OH 的患者比较,合并 OH 的患者在性别、年龄、病程、糖化血红蛋白、高血压病史、卒中史、糖尿病肾病、糖尿病视网膜病变上差异无统计学意义 ($P=0.211, P=0.903, P=0.121, P=0.698, P=0.121, P=0.207, P=0.463, P=0.256$)。

糖尿病合并 OH 组患者糖尿病足患病率更高、立位脑血流下降率更高,差异有统计学意义 ($P=0.029, P=0.006$)。与 T2DM 不合并 OH 组比较,T2DM 合并 OH 组卧立位舒张压差值更大,卧立位心率差值更大,卧立位 mCBFV 差值更大,立位收缩压、卧位舒张压、立位舒张压更低,立位心率更快,差异有统计学意义 ($P < 0.001, P=0.004, P=0.004, P < 0.001, P < 0.001, P < 0.001, P < 0.001, P=0.039$)。两组间卧位收缩压,卧立位收缩压差值,卧位心率,卧位及立位 mCBFV、PI 值,卧立位 PI 差值均无统计学意义 ($P > 0.05$)。T2DM 不合并 OH 组“W”波回调异常 24 (29.6%),T2DM 合并 OH 组 11 (40.7%),两组差异无统计学意义 ($P=0.285$) (见表 1、表 2)。

表 1 伴或不伴 OH 的 T2DM 患者一般资料的比较

| 参数 | OH (n=28) | 非 OH (n=90) | 统计值 | P 值 |
|-------------------------------|------------|-------------|----------------|--------|
| 年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁) | 59.32±8.70 | 61.77±9.08 | $t=1.257$ | 0.211 |
| 男性 [n(%)] | 23(82.10) | 73(81.10) | $\chi^2=0.015$ | 0.903 |
| 病程 ($\bar{x} \pm s$, 年) | 9.25±7.72 | 7.07±6.00 | $t=-1.564$ | 0.121 |
| 糖化血红蛋白 ($\bar{x} \pm s$, %) | 9.86±3.16 | 9.60±2.55 | $t=-0.391$ | 0.698 |
| 高血压 [n(%)] | 9(32.10) | 43(48.90) | $\chi^2=2.401$ | 0.121 |
| 脑梗死 [n(%)] | 5(17.90) | 27(30.00) | $\chi^2=1.593$ | 0.207 |
| 吸烟 [n(%)] | 9(32.10) | 22(24.40) | $\chi^2=0.652$ | 0.419 |
| 饮酒 [n(%)] | 4(14.30) | 15(16.70) | $\chi^2=0.090$ | 0.785 |
| 糖尿病足 [n(%)] | 8(28.60) | 9(10.20) | $\chi^2=5.715$ | 0.029* |
| 糖尿病肾病 [n(%)] | 10(35.70) | 25(28.40) | $\chi^2=0.538$ | 0.463 |
| 糖尿病视网膜病变 [n(%)] | 8(29.60) | 17(19.30) | $\chi^2=1.291$ | 0.256 |

注:与糖尿病 OH 组相比 * $P < 0.05$ 。

表 2 伴或不伴 OH 的 T2DM 患者卧立位血压、心率、脑血流动力学的比较

| 参数 | OH (n=28) | 非 OH (n=90) | 统计值 | P 值 |
|--|------------------------|------------------------|----------------|----------|
| 卧位收缩压 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg] | 135.00(120.00, 143.00) | 142.00(123.50, 160.00) | $Z=-1.780$ | 0.075 |
| 立位收缩压 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg] | 110.00(96.50, 121.00) | 136.00(124.50, 151.00) | $Z=-5.987$ | <0.001** |
| 卧立位收缩压差值 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg] | 22.50(15.25, 35.75) | 3.00(-3.25, 10.00) | $Z=-1.735$ | 0.083 |
| 卧位舒张压 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg] | 79.50(73.00, 87.00) | 83.00(78.00, 93.00) | $Z=5.854$ | <0.001** |
| 立位舒张压 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg] | 68.00(61.50, 77.75) | 85.00(76.00, 93.00) | $Z=-5.075$ | <0.001** |
| 卧立位舒张压差值 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg] | 8.50(4.00, 14.00) | 0.00(-3.00, 5.00) | $Z=5.146$ | <0.001** |
| 卧位心率 [$M(P_{25}, P_{75})$, 次/min] | 75.50(66.50, 82.75) | 73.00(64.50, 82.00) | $Z=-0.706$ | 0.480 |
| 立位心率 [$M(P_{25}, P_{75})$, 次/min] | 88.00(76.00, 96.50) | 80.00(74.00, 89.00) | $Z=-2.068$ | 0.039* |
| 卧立位心率差值 [$M(P_{25}, P_{75})$, 次/min] | 12.00(9.00, 15.00) | 7.00(4.00, 11.00) | $Z=-2.912$ | 0.004** |
| 平卧位 mCBFV [$M(P_{25}, P_{75})$, cm/s] | 70.42(55.49, 78.76) | 63.94(51.80, 75.73) | $Z=1.109$ | 0.267 |
| 站立位 mCBFV [$M(P_{25}, P_{75})$, cm/s] | 57.32(47.52, 69.80) | 58.91(45.18, 71.30) | $Z=0.096$ | 0.924 |
| 卧立位 mCBFV 差值 [$M(P_{25}, P_{75})$, cm/s] | 8.06(4.41, 14.47) | 4.59(1.67, 7.96) | $Z=2.891$ | 0.004** |
| 立位脑血流下降 [n(%)] | 16(59.30) | 24(29.60) | $\chi^2=7.624$ | 0.006** |
| W 波回调异常 [n(%)] | 11(40.70) | 24(29.60) | $\chi^2=1.141$ | 0.285 |
| 平卧位 PI [$M(P_{25}, P_{75})$] | 0.92(0.74, 1.05) | 0.91(0.80, 1.05) | $Z=-0.315$ | 0.753 |
| 站立位 PI [$M(P_{25}, P_{75})$] | 1.00(0.84, 1.16) | 1.00(0.88, 1.16) | $Z=0.150$ | 0.881 |
| 卧立位 PI 差值 [$M(P_{25}, P_{75})$] | 0.10(0.05, 0.19) | 0.10(0.02, 0.14) | $Z=0.931$ | 0.352 |

注:与糖尿病 OH 组相比 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

2.2 随访结果 随访2~4年后,共有19例(16.1%)患者出现晕厥、跌倒、骨折、卧床、死亡等不良预后事件。3例跌倒的患者中有1例出现晕厥,

1例出现骨折,1例卧床状态。在19名预后不良的患者中,4例合并OH,10例“W”波回调不良,8例立位脑血流下降(见表3)。

表3 卧立位脑血流动力学参数与不良预后结果的分析[n(%)]

| 因素 | 晕厥(n=2) | 跌倒(n=3) | 骨折(n=4) | 卧床(n=2) | 死亡(n=11) | 总不良预后(n=19) |
|---------------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| OH(n=28) | 1(3.6) | 1(3.6) | 1(3.6) | 0(0.0) | 2(7.1) | 4(14.3) |
| 非OH(n=90) | 1(1.1) | 2(2.2) | 3(3.3) | 2(2.2) | 9(10.0) | 15(16.7) |
| W波回调异常(n=35) | 1(2.9) | 1(2.9) | 2(5.7) | 1(2.9) | 6(17.1) | 10(28.6) |
| W波正常(n=73) | 1(1.4) | 2(2.7) | 2(2.7) | 1(1.4) | 3(4.1) | 7(9.6) |
| 立位脑血流下降(n=40) | 1(2.5) | 1(2.5) | 2(5.0) | 1(2.5) | 4(10.0) | 8(20.0) |
| 立位脑血流正常(n=68) | 1(1.5) | 2(2.9) | 2(2.9) | 1(1.5) | 5(7.4) | 9(13.2) |

2.3 不良预后危险因素分析 在有无不良预后的两组中进行组间分析,结果W波回调异常在有无不良预后的两组间差异有统计学意义($P=$

0.011)。在调整性别、年龄后,多因素回归分析显示,W波回调异常是不良预后的独立危险因素($OR=3.536,95\%CI 1.136\sim 11.006,P=0.029$)(见表4)。

表4 T2DM患者预后不良的危险因素分析

| 因素 | 组间分析 | | 多因素回归分析 | | |
|---------|------------|-------|---------|--------------|-------|
| | χ^2 值 | P值 | OR | 95%CI | P值 |
| 合并OH | 0.000 | 0.996 | 0.798 | 0.215~2.959 | 0.736 |
| W波回调异常 | 6.427 | 0.011 | 3.536 | 1.136~11.006 | 0.029 |
| 立位脑血流下降 | 0.869 | 0.351 | 1.316 | 0.400~4.324 | 0.651 |

3 讨论

Vinik等^[4]的研究发现2型糖尿病易并发自主神经功能障碍,包括心血管自主神经病变、消化系统自主神经病变、泌尿生殖系统自主神经病变等,会出现OH、心率变异性降低、便秘、腹胀、排尿障碍等症状^[16,17]。Zhou等^[18]研究发现糖尿病伴发OH患病率为24%,本研究中糖尿病患者合并OH的患病率为23.7%,和Zhou的研究结果基本一致。Gaspar等^[19]研究表明糖尿病患者中OH的存在与糖尿病大血管和微血管并发症的较高患病率以及较高的10年死亡率有关。Azidah等^[20]的研究发现OH是老年糖尿病跌倒风险因素之一。本研究通过TCD卧立位试验监测糖尿病患者血压、心率及脑血流的变化特点,随访结果显示卧立位TCD试验中“W”波回调不良个体出现跌倒、晕厥、骨折、卧床和死亡等不良结局更高,而糖尿病患者不良预后与是否合并OH不相关,上述结果不一致可能与随访时间、种族等相关。

当受试者由平卧位快速直立时,由于重力作用,血液往身体低垂部位流,静脉回心血量减少,心排血

量降低,血压下降。在正常情况下,交感神经和压力感受器通过反射性调节维持血压稳定。然而,在神经源性OH患者中,其交感神经调节功能受损,导致血管收缩和心率代偿能力下降,从而导致患者血压下降^[7]。本研究中T2DM患者,OH组与非OH组相比,立位血压更低,心率更快,差异具有统计学意义。且OH组糖尿病足的患病率更高。研究表明,糖尿病伴心血管自主神经病变和OH的患者在主动站立时表现出脑血流不稳定,这表明大脑自动调节受损^[10,21]。在本研究中,T2DM合并OH组的患者卧立位平均脑血流下降显著,与上述研究结果一致。

既往研究表明“W”波回调不良反映了严重的自主神经功能障碍和脑血管调节异常^[12,13]。在本研究的随访中,有19例T2DM患者出现了晕厥、跌倒、骨折、卧床、死亡等不良预后事件,本研究发现“W”波回调不良是T2DM患者出现以上不良预后的危险因素。TCD联合卧立位试验简单且价格低廉,并且是无创的一项检查,或许可以作为预测糖尿病患者预后的一项检查项目。

综上所述, TCD联合卧立位试验对T2DM患者预后具有预测意义, 有助于制定针对性的治疗方案, 预防不良预后发生。本研究存在以下局限: 首先, 排除了无法完成卧立位TCD的患者, 导致选择偏倚; 其次, 未纳入患者血糖药物使用及血糖控制情况的分析, 造成偏倚; 最后, 样本仅限于单家医院内分泌及神经内科学的糖尿病患者, 样本量不足。因此TCD联合卧立位试验对于评估2型糖尿病患者预后的作用仍需大样本队列研究进行探讨。

伦理学声明: 本研究方案经海南医学院第二附属医院伦理委员会审批(2019-R005-F01), 患者均签署知情同意书。

利益冲突声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明: 李彦琳负责设计论文框架、起草论文、统计学分析、绘制图表; 李双杏、李妹莹、张进伟负责数据收集; 唐玮婷负责指导撰写论文; 游咏负责拟定写作思路、指导撰写论文并最后定稿。

[参考文献]

- [1] Freire LB, Brasil-Neto JP, da Silva ML, et al. Risk factors for falls in older adults with diabetes mellitus: Systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Geriatr*, 2024, 24(1): 201.
- [2] 唐玮婷, 李妹莹, 刘佳欣, 等. 短期血糖控制改善中老年2型糖尿病患者神经血管耦合功能[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2024, 41(10): 882-886, 961.
- [3] Gannon J, Claffey P, Laird E, et al. The cross-sectional association between diabetes and orthostatic hypotension in community-dwelling older people[J]. *Diabet Med*, 2020, 37(8): 1299-1307.
- [4] Vinik AI, Maser RE, Mitchell BD, et al. Diabetic autonomic neuropathy[J]. *Diabetes Care*, 2003, 26(5): 1553-1579.
- [5] Torabi P, Ricci F, Hamrefors V, et al. Classical and delayed orthostatic hypotension in patients with unexplained Syncope and severe orthostatic intolerance[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2020, 7: 21.
- [6] Ricci F, De Caterina R, Fedorowski A. Orthostatic hypotension [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 66(7): 848-860.
- [7] Claffey P, Pérez-Denia L, Lavan A, et al. Asymptomatic orthostatic hypotension and risk of falls in community-dwelling older people[J]. *Age Ageing*, 2022, 51(12): afac295.
- [8] Ricci F, Fedorowski A, Radico F, et al. Cardiovascular morbidity and mortality related to orthostatic hypotension: A meta-analysis of prospective observational studies [J]. *Eur Heart J*, 2015, 36(25): 1609-1617.
- [9] Xiong Q, Li F, Chi H, et al. Orthostatic hypotension promotes the progression from mild cognitive impairment to dementia in type 2 diabetes mellitus [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2024, 109(6): 1454-1463.
- [10] 唐玮婷, 李双杏, 李妹莹, 等. 2型糖尿病合并直立不耐受症状的发生率及相关因素分析[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2022, 39(1): 18-21.
- [11] 刘彤, 唐玮婷, 熊亦璇, 等. 帕金森病抑郁与自主神经症状网络分析[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2025, 42(2): 115-120.
- [12] Xu WH, Wang H, Hu YH, et al. Supine-to-standing transcranial Doppler test in patients with multiple system atrophy [J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2013, 19(5): 539-542.
- [13] Xu WH, Wang H, Wang B, et al. Disparate cardio-cerebral vascular modulation during standing in multiple system atrophy and Parkinson disease [J]. *J Neurol Sci*, 2009, 276(1-2): 84-87.
- [14] 唐玮婷, 范文捷, 顾慧, 等. 直立不耐受患者卧立位TCD脑血流临床分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2021, 24(10): 893-898.
- [15] Sunwoo JS, Yang TW, Kim DY, et al. Association of blood pressure variability with orthostatic intolerance symptoms [J]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e0179132.
- [16] Agashe S, Petak S. Cardiac autonomic neuropathy in diabetes mellitus [J]. *Methodist Debaque Cardiovasc J*, 2018, 14(4): 251-256.
- [17] Ziegler D. Diagnosis and treatment of diabetic autonomic neuropathy [J]. *Curr Diab Rep*, 2001, 1(3): 216-227.
- [18] Zhou Y, Ke SJ, Qiu XP, et al. Prevalence, risk factors, and prognosis of orthostatic hypotension in diabetic patients: A systematic review and meta-analysis [J]. *Medicine*, 2017, 96(36): e8004.
- [19] Gaspar L, Kruzliak P, Komornikova A, et al. Orthostatic hypotension in diabetic patients: 10-year follow-up study [J]. *J Diabetes Complications*, 2016, 30(1): 67-71.
- [20] Azidah AK, Hasniza H, Zunaina E. Prevalence of falls and its associated factors among elderly diabetes in a tertiary center, Malaysia [J]. *Curr Gerontol Geriatr Res*, 2012, 2012: 539073.
- [21] Mankovsky BN, Piolot R, Mankovsky OL, et al. Impairment of cerebral autoregulation in diabetic patients with cardiovascular autonomic neuropathy and orthostatic hypotension [J]. *Diabet Med*, 2003, 20(2): 119-126.

引证本文: 李彦琳, 唐玮婷, 李双杏, 等. 2型糖尿病体位性脑血流动力学变化与其不良预后的相关性研究[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2025, 42(11): 974-978.