

合并2型糖尿病的血液透析患者血糖控制水平与血压变异度的相关性及预后研究

尹 韬¹ 李月红¹ 温 雯¹

【摘要】目的 探讨2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)患者血糖控制水平与血压变异度(blood pressure variability, BPV)的相关性,并分析不同糖化血红蛋白(hemoglobinA1c, HbA1c)分组患者的预后。**方法** 回顾性分析2024年1月于北京清华长庚医院肾脏内科规律血液透析的T2DM患者的临床资料,按HbA1c水平分为3组:HbA1c<7%, HbA1c 7%~8%, HbA1c>8%。比较不同HbA1c水平患者的血压波动情况并探讨BPV的独立影响因素。2024年1月—2025年1月进行队列随访,分析1年随访期间HbA1c稳定患者的临床预后。**结果** 共纳入70例T2DM血液透析患者,其中男性45例,女性25例,平均年龄(62.79±11.70)岁,中位透析龄52.94(30.25, 68.75)月。HbA1c<7% (n=33)、HbA1c 7%~8% (n=18)和HbA1c>8% (n=19)组透析期血糖($F=19.259, P<0.001$)、血糖变异度(glycemic variability, GV) ($F=15.291, P<0.001$),透析期收缩压($F=11.253, P=0.004$)、收缩压变异度(systolic blood pressure variability, SBPV) ($F=11.560, P=0.003$)、预混胰岛素应用($\chi^2=7.412, P=0.025$)、重度冠状动脉狭窄[冠状动脉病变报告和数据库系统(coronary artery disease reporting and data system, CAD-RADS)冠状动脉分级≥4级] ($\chi^2=7.665, P=0.022$)、脑梗死[美国国立卫生研究院卒中量表(national institutes of health stroke scale, NIHSS)评分≥2分] ($\chi^2=7.084, P=0.029$)等比较差异有统计学意义。SBPV与GV呈正相关($r=0.267, P=0.026$)。Logistic回归显示HbA1c达标(HbA1c 7%~8%) ($OR=0.147, 95\% CI: 0.032\sim0.678, P=0.014$)、透析龄($OR=1.040, 95\% CI: 1.011\sim1.070, P=0.006$)、心率变异性[主要指标全部窦性心搏RR间期(standard deviation of NN intervals, SDNN)] ($OR=0.975, 95\% CI: 0.954\sim0.996, P=0.022$)为影响SBPV的独立影响因素。随访1年, HbA1c分组未改变者(n=59)中HbA1c 7%~8% (n=12)的患者心脑血管不良事件发生率最低[与HbA1c<7% (n=29) ($\chi^2=-2.225, P=0.026$)及HbA1c>8% (n=18)组 ($\chi^2=-2.661, P=0.023$)比较],平均住院时间短[与HbA1c<7%组($t=-2.921, P=0.026$)比较]。**结论** T2DM血液透析患者血糖变异度与血压变异度呈正相关,透析期间GV大的患者BPV也大;HbA1c 7%~8%的患者预后较好, HbA1c达标、透析龄、SDNN为影响透析期SBPV的独立影响因素。

【关键词】2型糖尿病;血液透析;糖化血红蛋白;血糖变异度;血压变异度

中图分类号:R459 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1671-4091.2025.12.001

Correlation between glycemic control levels and blood pressure variability with prognosis in hemodialysis patients complicated with type 2 diabetes YIN Tao¹, LI Yue-hong¹, WEN Wen¹ ¹Department of Nephrology, Beijing Tsinghua Changgung Hospital affiliated to Tsinghua University, Beijing 102218, China

Corresponding author: LI Yue-hong, Email: lyha01051@btch.edu.cn

【Abstract】Objective To investigate the relationship between blood pressure variability and blood pressure control in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) undergoing maintenance hemodialysis (MHD). BPV), and to analyze the prognosis of patients with different glycosylated hemoglobin (HbA1c) groups. **Methods** The clinical data of T2DM patients with regular hemodialysis in the Department of Nephrology of Beijing Tsinghua Changgung Hospital from January 2024 were retrospectively analyzed. Patients were divided into three groups according to HbA1c levels: HbA1c < 7%, HbA1c 7%~8%, and HbA1c > 8%. Blood pressure fluctuations were compared among the different HbA1c patients, and independent influencing factors of BPV were explored. A cohort follow-up study was conducted from January 2024 to January 2025 to compare and analyze the clinical prognosis of patients with stable HbA1c over the one-year follow-up period. **Results** A total of 70 T2DM patients on hemodialysis were enrolled, including 45 males and 25 females, with a mean age of (62.79±11.70) years and a median dialysis vintage of 52.94 (30.25, 68.75) months. Statistically signifi-

作者单位:102218 北京,¹清华大学附属北京清华长庚医院肾脏内科

通信作者:李月红 102218 北京,¹清华大学附属北京清华长庚医院肾脏内科 Email:lyha01051@btch.edu.cn

cant differences were observed among the groups in dialysis blood glucose ($H=19.259$, $P<0.001$), glycemic variability (GV) ($H=15.291$, $P<0.001$), dialysis systolic blood pressure ($H=11.253$, $P=0.004$), systolic blood pressure variability (SBPV) ($H=11.560$, $P=0.003$), premix insulin use [$(\chi^2=7.412$, $P=0.003)$, $P=0.025$], severe Coronary Artery stenosis (Coronary Artery Disease Reporting and Data System (CAD-RADS) ≥ 4) ($\chi^2=7.665$, $P=0.022$), cerebral infarction (National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score ≥ 2 points) ($\chi^2=7.084$, $P=0.029$) between the two groups were statistically significant. SBPV was positively correlated with GV ($r=0.267$, $P=0.026$). Logistic regression analysis showed that HbA1c (HbA1c 7%~8%) ($OR=0.147$, 95% CI: 0.032~0.678, $P=0.014$), dialysis duration ($OR=1.040$, 95% CI: 1.011~1.070, $P=0.006$), standard deviation of NN intervals (SDNN) ($OR=0.975$, 95% CI: 0.954~0.996, $P=0.022$) were the independent influencing factors of SBPV. When comparing the groups defined by HbA1c ($< 7\%$, 7%~8%, and $> 8\%$), patients with HbA1c 7%-8% had lower incidence of cardiovascular and cerebrovascular adverse events ($\chi^2=7.500$, $P=0.024$) and shorter average length of hospital stay ($F=3.344$, $P=0.042$). **Conclusion** There is a positive correlation between blood glucose variability and blood pressure variability in T2DM patients undergoing hemodialysis. Patients with larger GV during hemodialysis also have higher BPV. Patients with HbA1c levels 7%-8% have a better prognosis. HbA1c, dialysis age and SDNN are independent influencing factors for SBPV during dialysis.

【Key words】Type 2 diabetes mellitus; Hemodialysis; Hemoglobin A1c; Glycemic variability; Blood pressure variability

美国国家肾脏基金会-肾脏病结局质量倡议组织和美国国家糖尿病协会联合指南声明:对合并2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)的维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)患者,糖化血红蛋白(hemoglobinA1c, HbA1c)控制目标推荐为7%~8%^[1,2]。合并T2DM的MHD患者微血管病变、外周动脉粥样硬化、心脑血管事件等高发^[3],容易引起晕厥、心律失常和心脏性猝死。容量超负荷使交感神经过度激活,加剧血压波动,形成“高血压变异度(blood pressure variability, BPV)-靶器官损伤”的恶性循环,较高的收缩压变异度(systolic blood pressure variability, SBPV)与心血管死亡风险增加独立相关^[4]。目前研究缺乏从HbA1c角度分组分析血糖变异度(glycemic variability, GV)与BPV变化的特点,对东亚人HbA1c控制靶目标缺乏数据支持。本研究拟分析不同HbA1c水平的T2DM MHD患者临床指标差异,探讨其与BPV的相关性,并随访1年,分析不同血糖控制水平患者的临床预后。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2024年1月于北京清华长庚医院规律血液透析的患者。纳入标准:①年龄 >18 岁,合并T2DM的MHD患者(透析龄 >3 个月);②每周透析3次,每次4 h,自体动静脉内瘘或颈内静脉带涤纶套隧道导管为血管通路;③使用含糖透析液,透析模式和超滤量稳定的条件下有连续完整的透析过程中血压、血糖、心率监测数据。排除标准:①恶性肿瘤、恶液质患

者;②生命体征不平稳;③严重水肿、胸腔或腹腔积液、血红蛋白低于60 g/L、需用胰岛素泵控制血糖的患者。本研究经北京清华长庚医院伦理委员会审查通过(24281-4-02),所有患者均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 资料收集 收集入组患者的临床资料,包括既往3月每一次血液透析期间血糖、血压、心率及用药方案(降压药和降糖药)等。

1.2.2 分组 按HbA1c控制目标值^[1,2]分为HbA1c $<7\%$ 、HbA1c 7%~8%、HbA1c $>8\%$ 组。根据BPV中位数,分为低BPV组和高BPV组。

1.2.3 数据处理方法 按不同分组对比分析患者的基线资料,计算患者既往3月血液透析期间血糖、血压、心率的变异系数(coefficient of variation, CV),计算公式:CV=标准偏差/平均值 $\times 100\%$ 。

1.2.4 随访 对患者进行1年队列随访(2024年1月—2025年1月)。收集病历资料:心脑血管不良事件,其他新发合发症、住院时间、住院次数、死亡事件;收集检验指标:每3月HbA1c值。对在1年随访期内HbA1c分组未改变的患者进行比较分析。

1.3 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,2组间比较采用两独立样本 t 检验,多组间比较采用方差分析。不符合正态分布的计量资料用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,2组间比较采用Mann-Whitney U 检验,多组间比较采用Kruskal-Wallis H 检验。计数资料用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。对BPV分组比较中有统计学差异的

变量进行二分类Logistic回归分析。对随访期间HbA1c稳定的患者进行分组比较并绘制Kaplan-Meier曲线。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

共纳入T2DM MHD患者70例,其中男性45例,女性25例,平均年龄(62.79 ± 11.70)岁,中位透析龄52.94(30.25,68.75)月。

不同HbA1c分组患者血管通路类型、年龄、透析龄、身高、干体质量、降压药比较差异无统计学意义($P>0.05$),透析期血糖、GV,透析期收缩压、SBPV、预混胰岛素应用、重度冠状动脉狭窄[冠状动脉病变报告和

ing and data system, CAD-RADS)冠状动脉分级 ≥ 4 级]、脑梗死[美国国立卫生研究院卒中量表(national institutes of health stroke scale, NIHSS)评分 ≥ 2 分]比较差异有统计学意义($P<0.05$),详见表1。

HbA1c 7%~8%组患者透析过程中GV[与HbA1c $<7\%$ ($U=-2.699$, $P=0.021$)、HbA1c $>8\%$ 组($U=-3.868$, $P<0.001$)比较]及SBPV[与HbA1c $>8\%$ 组($U=-2.697$, $P=0.021$)比较]较小,重度冠状动脉狭窄(CAD-RADS ≥ 4 级)[与HbA1c $<7\%$ ($\chi^2=-2.171$, $P=0.030$)及HbA1c $>8\%$ ($\chi^2=-3.388$, $P=0.010$)组比较]、脑梗死(NIHSS ≥ 2 分)[与HbA1c $<7\%$ ($\chi^2=-2.550$, $P=0.011$)组比较]发生率低。HbA1c $>8\%$ 组患者预混胰

表1 T2DM MHD患者按HbA1c分组的临床资料比较

项目	HbA1c $<7\%$ ($n=33$)	HbA1c 7%~8%($n=18$)	HbA1c $>8\%$ ($n=19$)	H/F/ χ^2 值	P值
年龄[岁, ($\bar{x} \pm s$)]	62.6 $\pm$ 12.70	63.9 $\pm$ 11.00	62.1 $\pm$ 10.40	0.118	0.889
性别[n(%)]				2.597	0.273
男性	24(72.73)	9(50.00)	12(63.16)		
女性	9(27.27)	9(50.00)	7(36.84)		
身高[cm, ($\bar{x} \pm s$)]	168.45 $\pm$ 9.46	165.50 $\pm$ 6.81	166.95 $\pm$ 7.11	0.768	0.468
干体质量[kg, ($\bar{x} \pm s$)]	67.43 $\pm$ 13.90	65.93 $\pm$ 9.89	69.26 $\pm$ 13.43	0.313	0.732
血管通路类型[n(%)]				0.020	0.990
自体动静脉内瘘	28(84.85)	15(83.33)	16(84.21)		
颈内静脉带涤纶套隧道导管	5(15.15)	3(16.67)	3(15.79)		
透析龄[月, $M(P_{25}, P_{75})$]	53.46(31.21, 68.40)	48.74(29.76, 64.57)	51.11(28.70, 66.48)	0.525	0.594
透析期血糖[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	9.98(8.43, 11.84)	10.75(8.51, 12.89)	14.46(12.30, 19.70)	19.259	<0.001
透析期GV[% , $M(P_{25}, P_{75})$]	16.89(9.21, 31.80)	10.19(5.46, 28.70)	22.37(13.54, 30.94)	15.291	<0.001
透析期收缩压[mmHg, $M(P_{25}, P_{75})$]	156.78(140.89, 163.61)	159.94(151.03, 166.22)	167.78(159.33, 177.33)	11.253	0.004
透析期SBPV[% , $M(P_{25}, P_{75})$]	8.75(8.17, 11.00)	6.38(3.90, 8.43)	9.60(7.60, 11.67)	11.560	0.003
透析期舒张压[mmHg, $M(P_{25}, P_{75})$]	73.33(69.50, 80.00)	74.17(69.58, 79.83)	76.00(70.00, 91.67)	1.461	0.482
透析期DBPV[% , $M(P_{25}, P_{75})$]	6.31(4.08, 11.51)	7.14(3.95, 13.37)	7.53(5.16, 10.27)	0.235	0.889
氨基末端脑钠肽 [pg/mL, $M(P_{25}, P_{75})$]	6422.67(2052.33, 14723.17)	6215.00(2825.92, 15536.33)	12217.67(3472.67, 23716.00)	2.442	0.295
血肌酐[$\mu\text{mol/L}$, $M(P_{25}, P_{75})$]	834.67(714.33, 1028.33)	801.67(655.67, 1074.92)	821.67(685.67, 1069.00)	0.038	0.981
血尿素氮[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	22.97(18.23, 27.87)	22.03(19.44, 27.08)	27.43(21.13, 29.43)	4.012	0.135
全段甲状旁腺激素 [pg/mL, $M(P_{25}, P_{75})$]	256.33(173.83, 363.67)	243.50(182.58, 413.17)	247.67(181.50, 332.00)	0.301	0.860
白蛋白[g/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	39.70(38.08, 42.30)	40.43(38.65, 42.25)	41.10(38.27, 44.33)	1.849	0.397
血红蛋白[g/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	114.67(103.00, 122.50)	116.33(111.08, 123.00)	119.33(111.33, 126.00)	4.059	0.131
透析期心率[次/min, $M(P_{25}, P_{75})$]	74.33(68.83, 82.83)	74.67(63.25, 81.83)	74.00(66.67, 79.67)	0.408	0.816
SDNN[ms, $M(P_{25}, P_{75})$]	71.00(55.00, 88.00)	81.50(56.25, 121.50)	64.00(48.00, 86.00)	2.180	0.336
用药情况[n(%)]					
厄贝沙坦	7(21.21)	6(33.33)	8(42.11)	2.597	0.273
沙库巴曲缬沙坦	5(15.15)	2(11.11)	4(21.05)	0.695	0.707
阿罗洛尔	8(24.24)	6(33.33)	8(42.11)	1.800	0.407
琥珀酸美托洛尔	8(24.24)	2(11.11)	4(21.05)	1.255	0.534
硝苯地平控释片	23(69.70)	13(72.22)	14(73.68)	0.100	0.951
非洛地平	1(3.03)	1(5.56)	1(5.26)	0.238	0.888
四针胰岛素	9(27.27)	7(38.89)	8(42.11)	1.385	0.500
预混胰岛素	4(12.12)	3(16.67)	8(42.11)	7.412	0.025
利格列汀	18(54.55)	8(44.44)	8(42.11)	0.899	0.638
瑞格列奈	4(12.12)	3(16.67)	0	3.120	0.077
阿卡波糖	3(9.09)	2(11.11)	0	2.048	0.359
左心室射血分数[% , $M(P_{25}, P_{75})$]	63.00(59.00, 65.00)	64.50(59.75, 66.00)	62.00(53.00, 64.00)	3.859	0.145
冠状动脉狭窄(CAD-RADS ≥ 4 级) [n(%)]	21(63.64)	5(27.78)	13(68.42)	7.665	0.022
脑梗死(NIHSS ≥ 2 分)[n(%)]	24(72.73)	7(38.89)	10(52.63)	7.084	0.029

注: HbA1c, 糖化血红蛋白; GV, 血糖变异度; SBPV, 收缩压变异度; DBPV, 舒张压变异度; SDNN, 全部窦性心搏RR间期; CAD-RADS, 冠状动脉病变报告和数据库; NIHSS, 美国国立卫生研究院卒中量表。

胰岛素使用比例[与HbA1c7%~8% ($\chi^2=2.006, P=0.045$) 及HbA1c<7% ($\chi^2=2.655, P=0.008$) 比较]较高。

按SBPV中位数(8.649%)将患者分为低BPV组与高BPV组,低BPV组HbA1c达标率、SDNN较高BPV组高,透析龄、氨基末端脑钠肽、重度冠状动脉狭窄(CAD-RADS冠状动脉分级 ≥ 4 级)发生率较高BPV组低,差异有统计学意义,详见表2。

2.2 GV与BPV的相关性分析

Spearman相关系数检验结果显示SBPV与GV之间存在正相关关系($r=0.267, P=0.026$),这一结果表明随着患者血糖波动幅度的增加,其收缩压波动幅度也呈现出相应增大的趋势。

2.3 SBPV独立影响因素的Logistic回归分析

将高BPV组与低BPV组的差异因素[HbA1c达标、透析龄、重度冠状动脉狭窄(CAD-RADS ≥ 4 级)、SDNN、氨基末端脑钠肽]纳入多重共线性分析(HbA1c达标VIF=1.233,透析龄VIF=1.124,重度冠状动脉

狭窄VIF=1.213,SDNN VIF=1.150,氨基末端脑钠肽VIF=1.069),各值间不存在多重共线性。将上述因素纳入二分类Logistic回归分析,结果提示HbA1c达标、透析龄、SDNN为SBPV的独立影响因素($P<0.05$),详见表3。

2.4 随访资料比较

随访1年,HbA1c分组未改变者59例,HbA1c7%~8%的患者心脑血管不良事件发生率最低[与HbA1c<7% ($\chi^2=-2.225, P=0.026$) 及HbA1c>8%组 ($\chi^2=-2.661, P=0.023$) 比较],平均住院时间短[与HbA1c<7%组 ($t=-2.921, P=0.026$) 比较],详见表4。

Kaplan-Meier曲线[Breslow检验($\chi^2=4.078, P=0.130$)]显示各组患者死亡人数无统计学差异。详见图1。

3 讨论

有证据表明血糖控制水平及BPV与血液透析患者死亡率紧密相关,合并T2DM的MHD患者有高代偿

表2 T2DM MHD患者不同BPV分组临床资料比较

项目	低BPV组($n=35$)	高BPV组($n=35$)	Z/t/ χ^2 值	P值
年龄[岁, ($\bar{x} \pm s$)]	62.31 $\pm$ 11.89	63.26 $\pm$ 11.67	-0.335	0.739
性别[n(%)]			3.005	0.083
男性	19(52.29)	26(74.29)		
女性	16(45.71)	9(25.71)		
身高[cm, ($\bar{x} \pm s$)]	166.57 $\pm$ 8.77	168.00 $\pm$ 7.70	-0.724	0.472
干体质量[kg, ($\bar{x} \pm s$)]	69.43 $\pm$ 13.23	65.66 $\pm$ 12.13	1.240	0.219
血管通路类型[n(%)]			0.957	0.328
自体动静脉内瘘	28(80.00)	31(88.57)		
颈内静脉带涤纶套隧道导管	7(20.00)	4(11.43)		
透析龄[月, $M(P_{25}, P_{75})$]	41.48(27.64, 58.80)	64.42(36.40, 82.27)	-2.986	0.004
HbA1c 7%~8% [n(%)]	15(42.86)	3(8.57)	10.615	0.001
氨基末端脑钠肽[pg/ml, $M(P_{25}, P_{75})$]	4329.33(1766.67, 12217.67)	10320.33(3197.00, 23436.33)	4.105	0.043
血肌酐[μ mol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	821.67(721.67, 1027.00)	832.33(685.67, 1031.33)	0.004	0.948
血尿素氮[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	22.57(19.93, 27.90)	24.67(19.27, 29.13)	0.366	0.545
全段甲状旁腺激素[pg/ml, $M(P_{25}, P_{75})$]	237.33(171.33, 308.67)	259.00(184.33, 357.00)	0.106	0.744
白蛋白[g/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	40.87(38.67, 42.87)	40.13(38.53, 42.27)	1.219	0.270
血红蛋白[g/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	116.67(111.67, 121.00)	115.00(105.00, 124.33)	0.232	0.630
透析期心率[次/min, $M(P_{25}, P_{75})$]	74.67(69.00, 81.33)	74.00(66.67, 81.33)	0.000	1.000
SDNN[ms, $M(P_{25}, P_{75})$]	86.00(62.00, 119.90)	64.00(48.00, 81.00)	7.788	0.005
用药情况[n(%)]				
厄贝沙坦	8(22.86)	13(37.14)	1.676	0.195
沙库巴曲缬沙坦	7(20.00)	4(11.43)	0.957	0.328
阿罗洛尔	12(34.29)	10(28.57)	0.261	0.609
琥珀酸美托洛尔	6(17.14)	8(22.86)	0.352	0.553
硝苯地平控释片	24(68.57)	26(74.29)	0.276	0.599
非洛地平	2(5.71)	1(2.86)	0.343	0.558
四针胰岛素	12(34.29)	12(34.29)	0.000	1.000
预混胰岛素	7(20)	8(22.86)	0.051	0.821
利格列汀	18(51.43)	16(45.71)	0.225	0.635
瑞格列奈	5(14.29)	2(5.71)	1.408	0.235
阿卡波糖	4(11.43)	1(2.86)	1.911	0.167
左心室射血分数[%, $M(P_{25}, P_{75})$]	63.00(57.00, 65.00)	63.00(58.00, 65.00)	0.004	0.948
冠状动脉狭窄(CAD-RADS ≥ 4 级) [n(%)]	15(42.86)	24(68.57)	4.623	0.032
脑梗死(NIHSS ≥ 2 分) [n(%)]	17(48.57)	24(68.57)	2.112	0.146

注:BPV, 血压变异度;HbA1c, 糖化血红蛋白;SDNN, 全部窦性心搏RR间期;CAD-RADS, 冠状动脉病变报告和数据库系统;NIHSS, 美国国立卫生研究院卒中量表。

表3 SBPV影响因素的二分类Logistic回归分析(*n*=70)

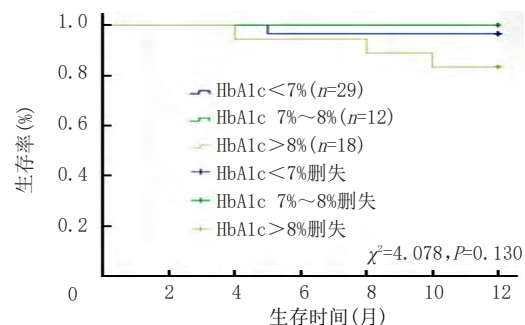
变量	β	标准误	瓦尔德	<i>P</i> 值	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>	
						下限	上限
HbA1c达标(%)	-1.916	0.779	6.042	0.014	0.147	0.032	0.678
透析龄(月)	0.040	0.014	7.575	0.006	1.040	1.011	1.070
重度冠状动脉狭窄 (CAD-RADS冠状动脉分级≥4级)(%)	0.551	0.623	0.781	0.377	1.735	0.511	5.886
SDNN(ms)	-0.025	0.011	5.247	0.022	0.975	0.954	0.996
氨基末端脑钠肽(pg/ml)	0.000	0.000	0.000	0.992	1.000	1.000	1.000

注:HbA1c,糖化血红蛋白;CAD-RADS,冠状动脉病变报告和数据库系统;SDNN,全部窦性心搏RR间期。

表4 随访期间HbA1c分组未改变患者指标比较

项目	HbA1c<7%(<i>n</i> =29)	HbA1c 7%~8%(<i>n</i> =12)	HbA1c>8%(<i>n</i> =18)	<i>F</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
心脑血管不良事件[<i>n</i> (%)]	22(75.86)	1(8.33)	14(77.78)	7.500	0.024
其他新发合并症[<i>n</i> (%)]	12(41.38)	2(16.67)	6(33.33)	5.193	0.075
住院次数[次, ($\bar{x}\pm s$)]	2.28±1.60	1.33±1.16	1.50±1.43	2.469	0.094
住院时间[d, ($\bar{x}\pm s$)]	22.97±22.09	4.58±4.64	14.28±25.74	3.344	0.042
死亡人数[<i>n</i> (%)]	1(3.45)	0	3(16.67)	4.095	0.129

注:HbA1c,糖化血红蛋白。



注:HbA1c,糖化血红蛋白。

图1 随访期间HbA1c分组未改变者(*n*=59)Kaplan-Meier曲线

性的胰岛素分泌和空腹低血糖,透析日及夜间血压波动幅度较大^[5]。江琛等^[6]的LASSO回归分析结果提示自理能力差、收缩压 ≥ 152.3 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)、糖尿病病史 ≥ 18.2 年、HbA1c $\geq 8.4\%$ 是血液透析患者血糖波动的独立危险因素。长期血压升高可导致内皮功能障碍、动脉粥样硬化及心脑血管事件,增加死亡风险。收缩压标准差每增加1 mmHg,全因死亡增加3%,心血管死亡增加10%,卒中死亡增加2%^[7]。血压波动导致靶器官损伤的机制与动脉僵硬度增加、微循环重塑、炎症反应、交感神经系统激活、循环灌注受损、氧自由基活性增加等有关^[8,9]。王婷和张丽^[10]的研究结果显示高龄、高超滤量、高透析期间体重质量增长、高左心室质量指数、透析时间长是MHD患者BPV升高的独立危险因素。

种族是独立于血糖浓度影响HbA1c的因素^[11]。改善全球肾脏病预后组织(Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO)建议对合并T2DM的MHD患者HbA1c控制目标推荐为7%~8%^[1,2]。我国专家建议相对年轻且没有其他共患疾病的T2DM MHD患者HbA1c控制在7%~7.5%,对存在明显

低血糖风险的患者HbA1c控制范围可适当上调,但不应超过8.5%,对于HbA1c控制靶目标国内外的研究仍缺乏数据^[3]。本研究HbA1c 7%~8%组患者透析期血糖、血压波动幅度较小。HbA1c<7%组患者容易低血糖,透析过程中容易诱发低血压,血压降低会反射性增加交感神经兴奋,血压波动增大。HbA1c>8%组患者血糖与透析液中葡萄糖浓度相差过大,葡萄糖浓度梯度下降过快,患者长期在高糖状态下,神经敏感性下降,SDNN降低,体内容量改变时无法有效调节血管壁内外压力,导致BPV上升。透析过程中过度脱水,容易诱发血流动力学紊乱,出现异常的血压波动,易发生心脑血管不良事件^[12]。

本研究1年随访期内,HbA1c 7%~8%患者心脑血管事件发生率为8.33%,明显低于另外2组(HbA1c>8%组为77.78%,HbA1c<7%组为75.86%),平均住院时间最短,随访期间无患者死亡。Kaplan-Meier曲线提示死亡人数无差异,考虑与随访时间短相关。在更长随访时间的研究中,如Kalantar-Zadeh K等^[13]基于23 618例血液透析患者队列研究发现HbA1c $\geq 10\%$ 时全因死亡率显著增高,Drechsler C等^[14]对1255例T2DM MHD患者进行了中位4年的随访,结果提示HbA1c $\geq 8\%$ 时患者猝死风险显著增加。合并营养不良或多脏器功能衰竭的患者,HbA1c<7%与死亡风险增加相关^[15]。

本研究提示T2DM MHD患者在透析期间GV与SBPV呈正相关,血糖波动会对血压稳定性产生影响,血糖与血压之间存在复杂的生理和病理生理联系。高血糖可导致渗透压升高,引发血管内皮功能障碍,影响血管的舒缩功能,促使血压升高。血糖波动还会加剧氧化应激和炎症反应,损害血管壁,促进动脉粥样硬化等的发生发展,影响血压的稳定

性^[16,17]。《中国糖尿病肾脏病防治指南》^[18]建议糖尿病肾脏病患者血压不超过130/80 mmHg(1mmHg=0.133 kPa)。有研究表明血液透析前收缩压120 mmHg的患者死亡风险高,血液透析前收缩压160~180 mmHg对患者具有保护作用^[19]。钙通道阻滞剂和非袢利尿剂可明显降低患者的SBPV,血管紧张素转移酶抑制剂、血管紧张素受体拮抗剂和 β 受体阻滞剂增加SBPV^[20]。预混胰岛素加用西格列汀或阿卡波糖会使血糖波动幅度明显减低,但在透析患者的应用研究缺乏^[21]。合并T2DM的MHD患者血糖及血压波动幅度大、外周血管条件差、心血管事件高发且合并症多,预期寿命短,预后较差,管理难度大。本研究通过HbA1c水平分组,评估T2DM MHD患者血液透析过程中的血糖、血压波动情况,通过GV、BPV、SDNN等多维度变量,从多角度探讨血糖控制与BPV间的内在联系。

本研究存在一定局限性,为单中心设计,样本量有限,分组环节等存在选择偏倚风险,随访时间较短。未来可探讨应用动态血压、动态心电图、瞬感血糖监测等,设计长程动态血压、血糖、心率的监测。

本研究探讨了合并T2DM的血液透析患者血糖控制水平与血压变异度的相关性及其对预后的影响。结果显示血糖变异度与血压变异度呈正相关,HbA1c控制在7%~8%的患者透析期血糖和血压波动较小,心脑血管不良事件发生率低,预后较好。HbA1c达标、透析龄和SDNN是影响透析期收缩压变异度的独立因素。研究提示维持适当血糖控制的重要性,未来研究可进一步采用动态监测技术进一步探讨其关系。

作者贡献 尹韬:数据收集及论文撰写;李月红:研究指导及论文审阅;温雯:协助数据采集。

利益冲突声明 本文作者无相关利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, et al. KDOQI clinical practice guideline for nutrition in CKD: 2020 Update[J]. Am J Kidney Dis, 2020, 76(3 Suppl 1):S1-S107.
- [2] American Diabetes Association 6. Glycemic targets: standards of medical care in diabetes- 2018 [J]. Diabetes Care, 2018, 41(Suppl 1):S55-S64.
- [3] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 终末期糖尿病肾脏病替代治疗的中国指南[J]. 中华肾脏病杂志, 2022, 38(1):62-75.
- [4] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 糖尿病肾脏疾病临床诊疗中国指南[J]. 中华肾脏病杂志, 2021, 37(3):255-304.
- [5] Schoina M, Loutradis C, Minopoulou I, et al. Ambulatory blood pressure trajectories and blood pressure variability in diabetic and non-diabetic chronic kidney disease [J]. Am J Nephrol, 2020, 51(5): 411-420.
- [6] 江琛,刘立军,朱明久,等. 血液透析过程中影响伴糖尿病患者血糖波动的危险因素及预防策略[J]. 西部医学, 2023, 35(10): 1478-1484.
- [7] Karpeta A, Sarafidis PA, Georgianos PI, et al. Ambulatory recording of wave reflections and arterial stiffness during intra- and interdialytic periods in patients treated with dialysis [J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2015, 10(4): 630-638.
- [8] 张佳,陆雪琴,刘琳琳,等. 178例高血压病患者收缩压昼夜节律与血压变异性及其左室射血分数的相关性探讨[J]. 国际中医中药杂志, 2025, 47(1):23-28.
- [9] 中华医学会心血管病学分会,中国医师协会心血管内科医师分会,中国医师协会心力衰竭专业委员会,等. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024[J]. 中华心血管病杂志, 2024, 52(3):235-275.
- [10] 王婷,张丽. 维持性血液透析患者透析期间血压变异性升高的影响因素分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2023, 7(7): 119-121.
- [11] 高冉,钟健,程歆琦. 糖化血红蛋白诊断糖尿病:知晓影响因素,合理优化使用[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4):304-308.
- [12] Huang JT, Cheng HM, Yu WC, et al. Increased nighttime pulse pressure variability but not ambulatory blood pressure levels predicts 14-year all-cause mortality in patients on hemodialysis[J]. Hypertension, 2019, 74(3):660-668.
- [13] Kalantar-Zadeh K, Kopple JD, Regidor DL, et al. A1c and survival in maintenance hemodialysis patients[J]. Diabetes Care, 2007, 30(5):1049-1055.
- [14] Drechsler C, Krane V, Ritz E, et al. Glycemic control and cardiovascular events in diabetic hemodialysis patients[J]. Circulation, 2009, 120(24):2421-2428.
- [15] Galindo RJ, Beck RW, Scioscia MF, et al. Glycemic monitoring and management in advanced chronic kidney disease[J]. Endocr Rev, 2020, 41(5):756-774.
- [16] 中华医学会内分泌学分会,中国内分泌代谢病专科联盟. 糖尿病合并高血压患者管理指南[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2025, 41(3):179-185.
- [17] 中国医师协会中西医结合医师分会内分泌与代谢病专业委员会,京津冀中医药协同发展内分泌专科联盟,北京中西医结合学会内分泌专业委员会,等. 糖尿病合并高血压中西医结合诊疗指南[J]. 中国临床保健杂志, 2025, 28(1):22-27.
- [18] 贾懿劼,薛耀明. 《中国糖尿病肾脏病防治指南》(2021年版)解读[J]. 临床内科杂志, 2022, 39(5):303-306.
- [19] Stevens SL, Wood S, Koshiaris C, et al. Blood pressure variability and cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis[J]. BMJ, 2016, 354: i4098.
- [20] Webb AJ, Fischer U, Mehta Z, et al. Effects of antihypertensive-drug class on interindividual variation in blood pressure and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Lancet, 2010, 375(9718): 906-915.
- [21] 贾童林,陈刚,武俊伟,等. 应用瞬感扫描式葡萄糖监测系统观察阿卡波糖对2型糖尿病患者血糖波动的影响 [J]. 中国糖尿病杂志, 2019, 27(7):532-538.

(收稿日期:2025-05-29)

(本文编辑:李超)