

## 胰岛素强化治疗的2型糖尿病患者低血糖的危险因素分析及监控策略探讨

赖钦艺<sup>1</sup>, 周洪仿<sup>2</sup>, 周燕萍<sup>3</sup>

1. 宜宾市第二人民医院, 四川大学华西医院宜宾医院 药学部, 四川 宜宾 644000

2. 宜宾市第二人民医院, 四川大学华西医院宜宾医院 内分泌科, 四川 宜宾 644000

3. 宜宾市第二人民医院, 四川大学华西医院宜宾医院 临床药学部, 四川 宜宾 644000

**摘要:** 目的 探讨胰岛素强化治疗后2型糖尿病(T2DM)患者发生低血糖的危险因素以及血糖的监控策略。方法 选取2019年3月—2021年3月宜宾市第二人民医院确诊为T2DM患者172例作为研究对象, 采用计算机产生随机数法以2:1的比例分为训练集( $n=115$ )和测试集( $n=57$ ), 患者均接受胰岛素强化治疗, 依据训练集患者治疗后是否发生低血糖症状将其分为低血糖组( $n=35$ )和非低血糖组( $n=80$ )。采用单因素分析和多因素Logistic回归分析对两组患者的临床资料进行统计分析。根据多因素分析结果利用R 3.6.0软件建立模型, 并对预测模型进行验证。172例患者依据血糖监测方法分为瞬感扫描式葡萄糖监测系统(FGM)组( $n=102$ )和血糖仪组( $n=70$ )评估FGM对患者治疗后血糖监测价值, 测定两组患者治疗前后的静脉血糖以及指尖血糖指标, 对比分析两组患者的血糖控制水平、血糖波动水平、低血糖发生情况、血糖达标时间、胰岛素用量等。结果 训练集115例患者胰岛素强化治疗后35例患者出现低血糖症状, 单因素分析和多因素Logistic回归分析表明: 病程、体质指数(BMI)、肌酐(Cre)为T2DM患者进行胰岛素强化治疗后出现低血糖的独立危险因素, 通过FGM监测血糖为保护因素。根据多因素分析结果构建列线图预测模型并对模型进行验证, 训练集和验证集的一致性指数(C-index)分别为0.843(95%置信区间: 0.747~0.893)、0.832(95%置信区间: 0.725~0.881), 表明该模型具有较强的预测能力。此外, 应用FGM监测的患者血糖达标所需时间比血糖仪监测组更短, 胰岛素的用量更少, 治疗后患者24 h内的血糖平均值以及血糖标准差更低, 而且在治疗后患者出现低血糖的概率也更低, 差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 病程、BMI、Cre为T2DM患者进行胰岛素强化治疗后出现低血糖的独立危险因素, FGM监测血糖为保护因素。FGM相比于血糖仪监测具有更好的临床效果, 可广泛应用于临床治疗中。

**关键词:** 2型糖尿病; 胰岛素强化治疗; 低血糖; 危险因素; 瞬感扫描式葡萄糖监测系统

中图分类号: R977 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376(2022)08-1640-08

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2022.08.024

## Analysis of risk factors of hypoglycemia in patients with T2DM after intensive insulin therapy and discussion of monitoring strategies

LAI Qinyi<sup>1</sup>, ZHOU Hongfang<sup>2</sup>, ZHOU Yanping<sup>3</sup>

1. Department of Pharmacy, Yibin Second People's Hospital, Yibin Hospital, West China Hospital, Sichuan University, Yibin 644000, China

2. Department of Endocrine, Yibin Second People's Hospital, Yibin Hospital, West China Hospital, Sichuan University, Yibin 644000, China

3. Department of Clinical Pharmacy, Yibin Second People's Hospital, Yibin Hospital, West China Hospital, Sichuan University, Yibin 644000, China

**Abstract: Objective** To explore the risk factors of hypoglycemia in patients with T2DM (type 2 diabetes) after intensive insulin therapy and the monitoring strategy of blood glucose. **Methods** A total of 172 patients with T2DM diagnosed in Yibin Second People's Hospital from March 2019 to March 2021 were selected as the research object. The computer-generated random number method was used to divide them into training set ( $n=115$ ) and test set ( $n=57$ ) in the ratio of 2:1. The patients were treated with intensive insulin therapy. According to whether the patients in the training set had hypoglycemic symptoms after treatment, they were divided into hypoglycemic group ( $n=35$ ) and non hypoglycemic group ( $n=80$ ). The clinical data of the two groups were

收稿日期: 2022-01-11

第一作者: 赖钦艺(1987—),女,本科,主管药师,主要从事药学方向的研究。E-mail: 15884776464@139.com

statistically analyzed by univariate analysis and multivariate Logistic regression analysis. According to the results of multi factor analysis, the model is established by using R3.6.0 software, and the prediction model is verified. In addition, in order to evaluate the value of transient scanning glucose monitoring system (FGM) in patients' blood glucose monitoring after treatment, 172 patients were divided into FGM group ( $n = 102$ ) and blood glucose meter group ( $n = 70$ ) according to the blood glucose monitoring method. The venous blood glucose and fingertip blood glucose indexes of two groups were measured before and after treatment. The blood glucose control level, blood glucose fluctuation level, hypoglycemia occurrence, blood glucose standard time, insulin dosage and so on were compared and analyzed between two groups. **Results** After intensive insulin treatment, 35 patients had hypoglycemia symptoms. Univariate analysis and multivariate Logistic regression analysis showed that the course of disease, BMI and Cre were independent risk factors for hypoglycemia in T2DM patients after intensive insulin treatment, and blood glucose monitored by FGM was the protective factor. According to the results of multivariate analysis, the nomogram prediction model is constructed and verified. The C-index of training set and verification set are 0.843 (95%CI: 0.747—0.893) and 0.832 (95%CI: 0.725—0.881), respectively, indicating that the model has strong prediction ability. In addition, the time required for the blood glucose of patients monitored by FGM detection system to reach the standard was shorter than that of the blood glucose monitor group, the dosage of insulin was less, the average blood glucose value and blood glucose standard deviation within 24 hours after treatment were lower, and the probability of hypoglycemia was lower after treatment, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Course of disease, BMI and Cre are independent risk factors for hypoglycemia in T2DM patients after intensive insulin treatment, and FGM monitoring blood glucose is a protective factor. Compared with blood glucose monitor, FGM has better clinical effect and can be widely used in clinical treatment.

**Key words:** type 2 diabetes; intensive insulin therapy; hypoglycemia; risk factors; transient scanning glucose monitoring system

随着生活质量的提高,我国2型糖尿病(T2DM)的发病率呈逐年上升趋势,严重威胁人类的健康和生活<sup>[1]</sup>。研究显示<sup>[2]</sup>,T2DM的主要健康风险源于患者血糖长期处于较高水平而引发的严重慢性并发症。此外,长期的高血糖还会导致胰岛组织学的改变,加重胰岛素作用的缺陷。既往研究显示<sup>[3]</sup>,胰岛素强化治疗能够有效消除高糖毒性,减弱胰岛素抵抗,保护外周组织对胰岛素的敏感性,改善T2DM患者的临床转归。但是由于该方法需要使用胰岛素泵持续输入胰岛素控制血糖,在治疗后患者易出现多种并发症,其中低血糖就是最常见且发病率最高的并发症之一。因此,探讨胰岛素强化治疗后出现低血糖的危险因素并寻找更好的血糖监测手段来辅助治疗是非常重要的。瞬感扫描式葡萄糖监测系统(flash glucose monitoring, FGM)是一种新型的血糖监测技术<sup>[4]</sup>,无需对指尖进行采血便可及时监测到隐匿性的血糖波动,便于临床及时调整治疗方案。但是目前有关FGM血糖监控方面还鲜有研究报道。对此,本研究通过记录患者治疗后血糖的变化,分析低血糖发生的危险因素,并将患者进行分组评估FGM对于血糖监测的实用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性选取2019年3月—2021年3月于宜宾市第二人民医院内分泌科确诊为T2DM患者172例作为研究对象,男性93例,女性79例,年龄在45~70

岁,平均年龄( $59.32 \pm 11.42$ )岁,病程6个月~12年,平均( $4.69 \pm 1.53$ )年,体质量指数(BMI)为( $22.36 \pm 6.65$ ) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。所有患者均采用胰岛素泵进行胰岛素强化治疗,其中同时应用FGM检测血糖的102例,应用血糖仪(拜安康)检测指尖血糖的70例。采用计算机产生随机数法以2:1的比例分为训练集(115例)和测试集(57例)。依据训练集患者在胰岛素强化治疗后是否出现低血糖症状分为低血糖组( $n=35$ )和非低血糖组( $n=80$ )。低血糖诊断标准:血糖 $\leq 3.9 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,或未测定血糖水平,但存在低血糖症状,且于供糖后得到迅速缓解。本研究获宜宾市第二人民医院伦理委员会批准(伦理编号:201901010036),所有纳入本研究的患者及其家属均知情并签署知情同意书。

### 1.2 纳入标准

(1)符合《中国2型糖尿病防治指南(2017年版)》中的糖尿病诊断标准<sup>[5]</sup>;(2)所有患者均适合进行胰岛素强化治疗且为首次治疗。

### 1.3 排除标准

(1)1型糖尿病患者;(2)对治疗不耐受者;(3)合并糖尿病急性并发症(酮症/酮症酸中毒/高渗昏迷)者;(4)伴有严重心功能不全者;(5)合并重症感染者;(6)合并恶性肿瘤者。

### 1.4 方法

所有患者均佩戴712型胰岛素泵(美国美敦力公司)进行强化治疗,起始剂量为 $0.5 \text{ U} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。以总量的50%为基础量,于24 h内不同时间持续输

注;以另50%为餐时负荷量,按3餐平均分配输注,并通过FreeStyleLibre FGM(美国雅培公司)或拜安康血糖仪(德国拜耳公司)监测血糖。所有患者根据各自监测的血糖水平调整胰岛素剂量,共治疗14 d。

FGM监测:用酒精对患者上臂背侧进行消毒,在无菌条件下将传感器置入,启动传感器和扫描仪(以15 min为间隔进行记录)。

血糖仪监测:采用常规血糖仪监测患者指尖血糖,每天7次(检测时间分别为3餐前、3餐后2 h、睡前)。

### 1.5 观察指标

通过查阅电子病历收集纳入患者的临床资料,包括年龄、性别、BMI和高血压、冠心病、高血脂、糖尿病慢性肾病等既往病史。所有患者入院次日清晨空腹采集外周血标本5 mL,3 000 r·min<sup>-1</sup>离心15 min,分离患者血清,检测糖化血红蛋白(HbA1c)、肌酐(Cre)、C肽(CP)、皮质醇(Cor)以及白蛋白(Alb)水平。

### 1.6 统计学方法

利用SPSS 23.0统计软件进行数据统计分析,计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 $t$ 检验;计数资料使用百分率表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验;采用多因素Logistics回归分析T2DM患者胰岛素强化治疗后发生低血糖的危险因素。采用R(R3.5.3)软件包和rms程序包制作列线图,采用rms程序包计算一致性指数(C-index),并绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估模型的预测效能,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 训练集与测试集患者基线资料比较

172例T2DM患者均进行胰岛素强化治疗,采用计算机产生随机数法以2:1的比例分为训练集(115例)和测试集(57例),训练集和测试集患者在性别、年龄、BMI以及不同血糖监测方法患者比例等方面差异不具有统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表1。

表1 训练集与测试集患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data of patients in training set and test set

组别	n/例	男性/例(占比/%)	年龄/岁	BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	FGM监测/例(占比/%)
训练集	115	62(53.91)	58.24±7.35	23.63±3.02	68(59.13)
测试集	57	31(54.39)	57.87±7.76	23.52±2.94	34(59.65)

### 2.2 训练集患者胰岛素强化治疗后低血糖发生情况

训练集115例患者中有35例出现低血糖症状,占比30.43%,其中患者综合共发生低血糖次数92次,低血糖发生时无症状34次,患者3餐前出现低血糖的概率为54.35%,3餐后出现低血糖的概率为9.78%,睡前出现低血糖的概率为35.87%,见表2。

表2 训练集患者低血糖出现的时间、次数和构成比

Table 2 Occurrence time, frequency and constituent ratio of hypoglycemia in patients of training set

低血糖发生时间	发生次数	构成比/%
早餐前	19	20.65
早餐后	3	3.26
午餐前	15	16.31
午餐后	2	2.17
晚餐前	16	17.39
晚餐后	4	4.35
睡前	33	35.87
合计	92	100.00

### 2.3 患者发生低血糖的单因素分析

依据患者在胰岛素强化治疗后是否出现低血糖症状将训练集患者分为低血糖组( $n=35$ )和非低血糖组( $n=80$ ),通过对比两组患者的一般资料,两组患者在年龄、病程、BMI、CP、Cre、Cor、Alb以及监测方法之间的差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),其余因素差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表3。

### 2.4 患者发生低血糖的多因素分析

以患者治疗后是否发生低血糖为因变量,对单因素中有统计学意义的指标进行多因素Logistic回归分析,结果显示:患者的病程、BMI、Cre为T2DM患者进行胰岛素强化治疗后出现低血糖的独立危险因素( $P < 0.05$ ),通过FGM监测血糖为保护因素( $P < 0.05$ ),见图1。

### 2.5 患者治疗后出现低血糖预测模型建立

基于独立影响因素,运用R软件绘制低血糖发生风险的列线图模型,患者T2DM病程积分为54.95,BMI积分为57.21,Cre积分为50.36,FGM积分为67.43,总分为229.95,故对应发生低血糖的概率为74%,见图2。

表3 低血糖组和非低血糖组患者治疗后出现低血糖的单因素分析

Table 3 Univariate analysis of hypoglycemia in hypoglycemia group and non-hypoglycemia group after treatment

因素	低血糖组(n=35)	非低血糖组(n=80)	$\chi^2/t$ 值	P值
年龄/岁	59.36±8.46	55.28±5.29	3.140 <sup>a</sup>	0.002
病程/年	7.35±2.14	5.27±1.58	5.808 <sup>a</sup>	<0.001
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	21.46±2.86	25.68±2.39	8.196 <sup>a</sup>	<0.001
血糖达标时间/h	10.25±4.27	9.98±4.36	0.307 <sup>a</sup>	0.759
住院天数/d	12.16±4.35	11.56±4.62	0.652 <sup>a</sup>	0.516
糖尿病慢性肾病/例(占比/%)	8(22.86)	17(21.25)	0.037	0.848
外周血管疾病/例(占比/%)	13(37.14)	29(36.25)	0.008	0.927
冠心病/例(占比/%)	8(22.86)	18(22.50)	0.002	0.966
糖尿病神经病变/例(占比/%)	10(28.57)	22(27.50)	0.014	0.906
高血压/例(占比/%)	11(31.43)	21(26.25)	0.325	0.509
脂代谢异常/例(占比/%)	6(17.14)	15(18.75)	0.042	0.837
HbA1c/%	9.03±2.14	9.41±2.25	0.846 <sup>a</sup>	0.400
CP/(nmol·L <sup>-1</sup> )	0.25±0.21	0.58±0.16	9.224 <sup>a</sup>	<0.001
Cre/(μmol·L <sup>-1</sup> )	125.38±22.43	76.48±32.45	8.099 <sup>a</sup>	<0.001
Cor/(nmol·L <sup>-1</sup> )	258.43±32.52	275.36±33.71	2.504	0.014
Alb/(mg·d <sup>-1</sup> )	263.25±13.70	257.32±12.88	2.228	0.028
监测方法			15.977	<0.001
血糖仪/例(占比/%)	24(68.57)	23(28.75)		
FGM/例(占比/%)	11(31.43)	57(71.25)		

<sup>a</sup>为t值,其余为 $\chi^2$ 值  
a is the value of t, and the rest is the value of  $\chi^2$

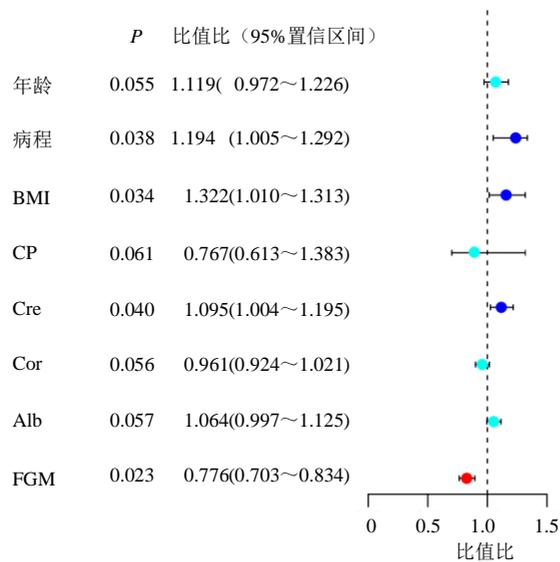


图1 低血糖的多因素 Logistic 回归分析

Fig.1 Multivariate Logistic regression analysis of hypoglycemia

## 2.6 模型验证

采用 Bootstrap 法(原始数据重复抽样 1 000 次后)对列线图模型进行内部验证,外部验证通过验证集验证。结果显示,训练集和验证集的 C-index

分别为 0.843 (95% 置信区间: 0.747~0.893)、0.832 (95% 置信区间: 0.725~0.881); 两集的校正曲线均与理想曲线拟合反映良好,见图 3。校准图中实际曲线与理想曲线较为贴合,表明该列线图模型在预测患者治疗后发生低血糖的风险值上表现出良好的预测符合度,见图 3。

ROC 曲线下面积分别为 0.843 (95% 置信区间: 0.738~0.892)、0.832 (95% 置信区间: 0.730~0.880), 见图 4。提示列线图预测模型对强化治疗后 T2DM 患者出现低血糖的情况具有较好的预测价值。

## 2.7 应用两种监测方法患者治疗后的静脉血糖及指尖血糖水平比较

为了评估 FGM 对患者治疗后血糖监测价值, 172 例患者依据血糖监测方法分为 FGM 组 (n=102) 和血糖仪组 (n=70)。测定两组患者治疗 14 d 后空腹及馒头餐后 30 min、1 h、2 h、3 h 的静脉血糖值。结果显示, 两组患者餐后 1 h 和 2 h 的静脉血糖水平差异具有统计学意义 (P<0.001), 空腹、餐后 30 min 以及 3 h 的静脉血糖水平差异无统计学意义 (P>0.05)。此外, 测定两组患者治疗 14 d 后 3 餐

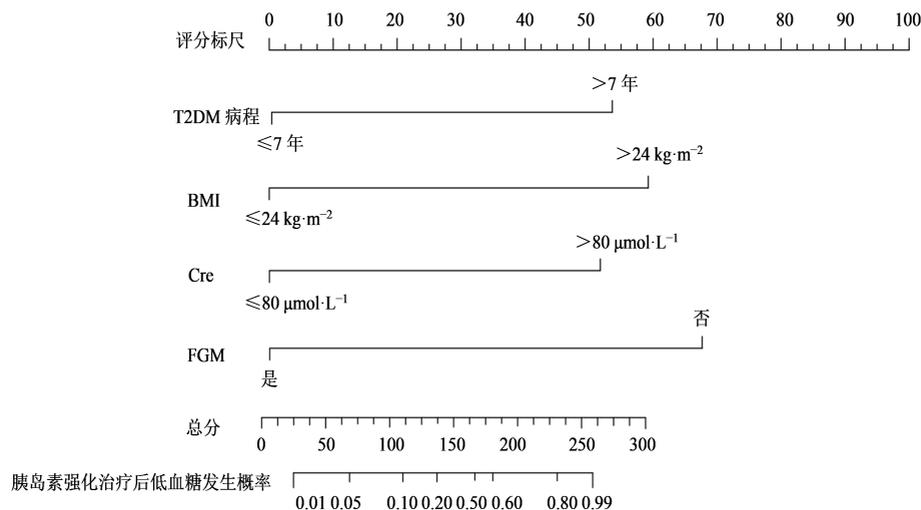


图2 T2DM患者胰岛素强化治疗后低血糖的列线图模型

Fig. 2 Nomogram model of hypoglycemia after intensive insulin treatment in T2DM patients

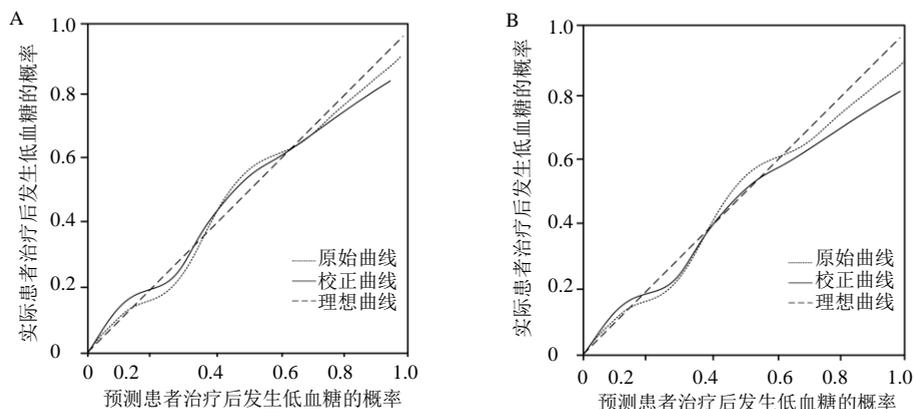


图3 训练集(A)和测试集(B)列线图模型验证图

Fig. 3 Nomogram model verification diagram of training set (A) and test set (B)

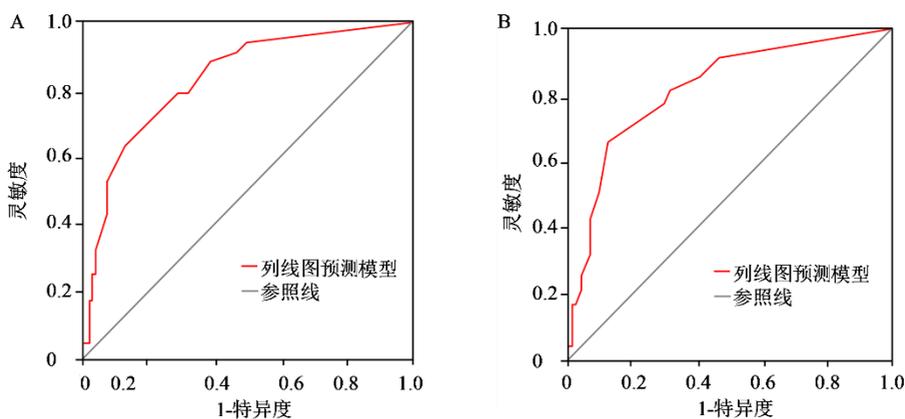


图4 训练集(A)和测试集(B)列线图模型ROC曲线

Fig. 4 ROC curve of nomogram model of training set (A) and test set (B)

前、3餐餐后2h以及睡前的指尖血糖值。结果显示, 两组患者早餐后及午餐后2h的指尖血糖水平差异具有统计学意义( $P < 0.001$ ), 其余时间点的指尖血糖水平差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表

4和5。

## 2.8 应用两种监测方法患者治疗期间血糖达标所需时间、胰岛素剂量及血糖波动情况比较

完成胰岛素强化治疗14d后, 对比发现, FGM

表4 FGM组和血糖仪组治疗后静脉血糖值比较( $\bar{x}\pm s$ )Table 4 Comparison of venous blood glucose between FGM group and blood glucose monitor group after treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n/例	静脉血糖值/(mmol·L <sup>-1</sup> )				
		空腹	餐后30 min	餐后1 h	餐后2 h	餐后3 h
FGM	102	5.74±0.58	8.05±1.03	10.05±1.39	7.76±1.19	5.52±0.73
血糖仪	70	5.69±0.67	8.13±1.21	12.86±1.82***	10.12±1.22***	5.68±0.92

与FGM组比较:\*\*\* $P<0.001$ \*\*\* $P<0.001$  vs FGM group表5 FGM组和血糖仪组治疗后指尖血糖值比较( $\bar{x}\pm s$ )Table 5 Comparison of fingertip blood glucose values between FGM group and blood glucose monitor group after treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n/例	指尖血糖值/(mmol·L <sup>-1</sup> )						
		空腹	早餐后2 h	午餐前	午餐后2 h	晚餐前	晚餐后2 h	睡前
FGM	102	5.06±0.68	7.75±1.03	5.83±0.69	7.96±0.70	5.46±0.86	7.88±0.84	5.32±0.93
血糖仪	70	5.19±0.67	8.76±1.27***	6.26±0.82	9.84±1.23***	5.62±0.97	8.01±0.97	5.48±0.91

与FGM组比较:\*\*\* $P<0.001$ \*\*\* $P<0.001$  vs FGM group

组患者血糖达标所需时间比血糖仪组更短( $P<0.001$ ),胰岛素剂量也相对更低( $P<0.001$ ),患者24 h内的血糖平均值以及血糖标准差均低于血糖仪

组( $P<0.001$ )。此外,在治疗期间患者出现低血糖的概率也明显低于血糖仪组,差异具有统计学意义( $P<0.001$ ),见表6。

表6 FGM组和血糖仪组治疗期间血糖达标所需时间、胰岛素剂量及血糖波动情况比较( $\bar{x}\pm s$ )Table 6 Comparison of time required for blood glucose to reach standard, insulin dose and blood glucose fluctuation between FGM group and blood glucose monitor group during treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n/例	血糖达标时间/d	胰岛素用量/(U·kg <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	人均低血糖/次	24 h 血糖平均水平/(mmol·L <sup>-1</sup> )	24 h 血糖标准差
FGM	102	5.35±0.83	24.27±4.26	0.28±0.54	6.87±1.13	1.72±1.23
血糖仪	70	6.76±0.93***	32.43±5.17***	3.12±1.24***	9.63±2.46***	3.41±1.07***

与FGM组比较:\*\*\* $P<0.001$ \*\*\* $P<0.001$  vs FGM group

### 3 讨论

糖尿病是以高血糖为特征的代谢性疾病,当胰腺不能产生足够的胰岛素或胰岛素抵抗引发高血糖时,就会导致该病发生<sup>[6-7]</sup>。T2DM是目前3种糖尿病中的一种,占有病例的85%~95%<sup>[8]</sup>。T2DM患者通常患有胰岛素调节细胞类型的胰岛素抵抗和/或胰岛素分泌受损<sup>[9]</sup>。近年来,采用胰岛素强化法治疗T2DM已经取得了显著的疗效,目前已经普遍应用于临床治疗中<sup>[10]</sup>。胰岛素强化治疗是一种特殊给药方式,通过模拟胰岛P细胞生理性分泌,依据患者的体力活动量和进食的糖类总量对所用的胰岛素剂量进行调整,可以使患者在短时间内达到正常血糖值<sup>[11-12]</sup>。与以往的传统治疗方法相比,胰岛素强化治疗可以快速改善患者的血糖指标,治

疗效果十分显著。但是,运用该手段在治疗的过程中会出现多种不良反应,其中,低血糖就是最常见的一种并发症<sup>[13]</sup>。低血糖的发生不但对临床治疗造成了困难,并且会增加患者外伤、抑郁、卒中等风险,不利于患者的康复而且影响患者的生命质量<sup>[14-15]</sup>,因此,探讨患者在治疗过程中出现低血糖的危险因素是非常有必要的。

本研究对本院接受胰岛素强化治疗的T2DM患者的临床资料进行统计学分析,训练集单因素分析结果显示,年龄、病程、BMI、CP、Cre、Cor、Alb以及血糖监测方法与患者治疗期间发生低血糖有关。进一步进行多因素Logistic回归分析,结果显示:患者的病程、BMI、Cre为T2DM患者进行胰岛素强化治疗出现低血糖的独立危险因素,通过FGM监测血

糖为保护因素。基于T2DM患者治疗中发生低血糖的独立影响因素,建立了列线图模型,并验证模型的准确性。列线图训练集和测试集C-index值分别为0.843(95%置信区间:0.738~0.892)和0.832(95%置信区间:0.730~0.880),表明其区分度高,具有较好的预测价值,在一定程度上可作为临床T2DM患者胰岛素强化治疗发生低血糖现象的辅助预测工具。

此外,为了减少低血糖对患者造成的不良影响,在进行胰岛素强化治疗的过程中对患者的血糖变化进行实时监测同样是十分有意义的<sup>[16]</sup>。在传统的临床治疗中,通常使用血糖仪对患者的血糖指标进行监测<sup>[17]</sup>。为了确保所用胰岛素的剂量安全且有效,在应用胰岛素强化治疗时,需要对患者进行多次的血糖测试,而传统的血糖仪监测法需要对患者进行指尖校准,从而造成了不便<sup>[18]</sup>。研究发现<sup>[19]</sup>,FGM可对患者组织间液中的葡萄糖水平进行持续监测,并通过传感器可得到完整的葡萄糖谱图,且不需要进行指尖校准,因此FGM对于在治疗中监测T2DM患者血糖指标是非常有价值的<sup>[20]</sup>。在本研究中,通过对比发现应用FGM监测的患者血糖达标所需时间相对更短,胰岛素的用量相对更少,在治疗期间患者24h内的血糖平均值以及血糖标准差也更低,而且在治疗中患者出现低血糖的概率也相对更低。提示FGM相比传统的血糖仪监测具有更高的临床应用价值。

本研究表明,病程、BMI、Cre为T2DM患者进行胰岛素强化治疗过程中出现低血糖的独立危险因素,FGM监测血糖为保护因素。FGM相比于血糖仪监测具有更好的临床效果,可广泛应用于临床治疗中。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] Juan J, Yang H. Prevalence, prevention, and lifestyle intervention of gestational diabetes mellitus in China [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(24): 9517.
- [2] Kawada T. Hyperuricaemia and type 2 diabetes mellitus [J]. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 2018, 45(8): 870.
- [3] Lin S, Chen M, Chen W, et al. A randomized trial of insulin glargine plus oral hypoglycemic agents versus continuous subcutaneous insulin infusion to treat newly diagnosed type 2 diabetes [J]. *Diabetes Res*, 2018, 2018: 2791584.
- [4] 叶军,汪运生,叶帅,等.基于瞬感扫描式葡萄糖监测系统的血糖干预对2型糖尿病患者血糖波动的影响[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(9): 1061-1065.
- [5] Ye J, Wang Y S, Ye S, et al. Effect of interventions according to free style libre flash glucose monitoring system-measured glucose on glucose variability in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Chin Gen Pract*, 2021, 24(9): 1061-1065.
- [6] 中华医学会糖尿病学分会.中国2型糖尿病防治指南(2017年版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(1): 4-67. Diabetes Branch of Chinese Medical Association. Chinese guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus (2017 edition) [J]. *Chin J Diabetes Mellitus*, 2018, 10(1): 4-67.
- [7] Piko P. Impact of genetic factors on the age of onset for type 2 diabetes mellitus in addition to the conventional risk factors [J]. *J Pers Med*, 2020, 11(1): 6.
- [8] Guad R M. Clinical and genetic risk factors for new-onset diabetes mellitus after transplantation (NODAT) in major transplant centres in Malaysia [J]. *BMC Nephrol*, 2020, 21(1): 388.
- [9] Khan M A B, Hashim M J, King J K, et al. Epidemiology of type 2 diabetes-global burden of disease and forecasted trends [J]. *J Epidemiol Glob Health*, 2020, 10(1): 107-111.
- [10] Ding L C, Fan L, Xu X D, et al. Identification of core genes and pathways in type 2 diabetes mellitus by bioinformatics analysis [J]. *Mol Med Rep*, 2019, 20(3): 2597-2608.
- [11] 吕丹,刘秀玲,石燕萍,等.两种短期胰岛素强化治疗方案对不同HbA1c水平2型糖尿病患者的疗效及安全性比较[J]. *山东医药*, 2021, 61(14): 45-47. Lv D, Liu X L, Shi Y P, et al. Comparison of the efficacy and safety of two short-term intensive insulin therapy regimens in patients with type 2 diabetes mellitus with different HbA1c levels [J]. *Shandong Med J*, 2021, 61(14): 45-47.
- [12] 吕芳,蔡晓凌,纪立农.2型糖尿病患者多次皮下胰岛素注射强化治疗剂量调整方案的荟萃分析[J]. *中国糖尿病杂志*, 2021, 29(5): 353-361. Lv F, Cai X L, Ji L N, et al. Dose titration regimen of intensive treatment with multiple subcutaneous insulin injections in patients with type 2 diabetes: a Meta-analysis [J]. *Chin J Diabetes*, 2021, 61(14): 45-47.
- [13] Faber C L, Matsen M E, Velasco K R, et al. Distinct neuronal projections from the hypothalamic ventromedial nucleus mediate glycaemic and behavioral effects [J]. *Diabetes*, 2018, 67(12): 2518-2529.
- [14] Wallis K A, Wells S, Selak V, et al. Long-term follow up of older people on diabetes medications: Observational study using linked health databases [J]. *Aust J Prim*

- Health, 2020, 26(4): 306-312.
- [14] Katsiki N, Kotsa K, Stoian A P, et al. Hypoglycaemia and cardiovascular disease risk in patients with diabetes [J]. *Curr Pharm Des*, 2020, 26(43): 5637-5649.
- [15] Rosenzweig J L, Conlin P R, Gonzalvo J D, et al. 2019 endocrine society measures set for older adults with type 2 diabetes who are at risk for hypoglycemia: Performance measures for eligible clinicians developed by the endocrine society [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2020, 105(4): 969-990.
- [16] Maiko T, Takatoshi A, Fumiko K, et al. Association of the glycemic fluctuation as well as glycemic control with the pancreatic B-cell function in Japanese subjects with type 2 diabetes mellitus [J]. *Intern Med*, 2019, 58(2): 167-173.
- [17] Pleus S, Heinemann L, Freckmann G. Blood glucose monitoring data should be reported in detail when studies about efficacy of continuous glucose monitoring systems are published [J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2018, 12(5): 1061-1063.
- [18] 陈茂源, 苏晓飞, 李惠琴, 等. 扫描式葡萄糖监测系统对2型糖尿病患者血糖谱的影响 [J]. *中国医师进修杂志*, 2019, 42(3): 244-247.
- Chen M Y, Su X F, Li H Q, et al. Effect of flash glucose monitoring on ambulatory glucose profile in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Chin J Postgrad Med*, 2019, 42(3): 244-247.
- [19] 施云, 沈敏, 徐湘婷, 等. 扫描式葡萄糖监测系统对1型糖尿病患者血糖控制的影响 [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2019, 35(5): 383-386.
- Shi Y, Shen M, Xu X T, et al. Impact of flash glucose monitoring on glycemic control in type 1 diabetic patients [J]. *Chin J Endocrinol Metab*, 2019, 35(5): 383-386.
- [20] Naaraayan S A, Varadharajan P, Dhakshayani R V, et al. Free style libre pro (FSLP) flash glucose monitor (FGM) -A novel monitoring tool for children with type 1 diabetes mellitus [J]. *Indian Pediatr*, 2018, 55(6): 524-525.

[责任编辑 刘东博]