

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2025.20241296

CSTR: 32417.14.j.issn.1008-6358.2025.20241296

· 短篇论著 ·

暴发性 1 型糖尿病的临床特征分析

高 敏, 冯永浩, 施晓红*

复旦大学附属金山医院内分泌科, 上海 201508



[摘要] **目的** 探讨暴发性 1 型糖尿病的临床特征。**方法** 回顾性分析 2020 年 4 月至 2024 年 8 月于复旦大学附属金山医院住院治疗的 6 例暴发性 1 型糖尿病 (fulminant type 1 diabetes mellitus, FT1DM) 患者的临床资料, 并与同期收治入院的以糖尿病性酮症或酮症酸中毒 (diabetic ketoacidosis, DKA) 起病的 30 例非暴发性 1 型糖尿病 (NFT1DM) 患者的临床资料进行比较。**结果** 6 例 FT1DM 均为男性, 病程 2.00 (1.75, 4.00) d, 3 例有前驱感染史, 4 例谷氨酸脱羧酶抗体 (glutamic acid decarboxylase antibody, GADA) 阳性, 5 例发生严重 DKA, 糖化血红蛋白 (glycated hemoglobin A_{1c}, HbA_{1c}) 为 (6.30±0.67) %, 空腹 C 肽 (fasting C-peptide, FCP) 为 0.07 (0.03, 0.15) ng/mL, 餐后 2 h C 肽 (2-hour postprandial C-peptide, 2h-CP) 为 0.09 (0.03, 0.16) ng/mL。6 例患者出院时均采用 4 针胰岛素治疗, 胰岛素剂量为 (0.69±0.15) U·kg⁻¹·d⁻¹。FT1DM 组体质量指数 (body mass index, BMI)、血糖/HbA_{1c}、血钾离子/HbA_{1c}、空腹血糖 (fasting plasma glucose, FPG)、餐后 2 h 血糖 (2-hour postprandial plasma glucose, 2h-PG)、超敏 C 反应蛋白 (high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT)、血肌酐、血钾离子高于 NFT1DM 组 ($P<0.05$); HbA_{1c}、糖化白蛋白 (glycated albumin, GA) 低于 NFT1DM 组 ($P<0.05$)。**结论** FT1DM 多以 DKA 急性起病, 可伴有前驱感染史, GADA 可阳性, 血糖/HbA_{1c}、血钾离子/HbA_{1c}、FPG、2h-PG、hs-CRP、ALT、血肌酐、血钾离子偏高, 而 HbA_{1c}、GA 偏低, 依赖胰岛素治疗。

[关键词] 暴发性 1 型糖尿病; 非暴发性 1 型糖尿病; 酮症酸中毒**[中图分类号]** R 587.1**[文献标志码]** A

Clinical features analysis of fulminant type 1 diabetes mellitus

GAO Min, FENG Yonghao, SHI Xiaohong*

Department of Endocrinology, Jinshan Hospital of Fudan University, Shanghai 201508, China

[Abstract] **Objective** To explore the clinical features of fulminant type 1 diabetes mellitus (FT1DM). **Methods** The clinical data of 6 patients with FT1DM who were hospitalized in Jinshan Hospital of Fudan University from April 2020 to August 2024 were retrospectively analyzed. Their data were compared with that of 30 patients diagnosed with non-fulminant type 1 diabetes mellitus (NFT1DM) and diabetic ketosis or diabetic ketoacidosis (DKA) who were admitted to the hospital during the same period. The clinical characteristics of FT1DM were summarized. **Results** All 6 patients with FT1DM were male, with a disease course of 2.00 (1.75, 4.00) d. Three cases exhibited a history of prior infection, four tested positive for glutamic acid decarboxylase antibody (GADA), and five developed severe DKA. The glycated hemoglobin A_{1c} (HbA_{1c}) was (6.30±0.67) %, fasting C-peptide (FCP) was 0.07 (0.03, 0.15) ng/mL, 2-hour postprandial C-peptide (2h-CP) was 0.09 (0.03, 0.16) ng/mL. At discharge, all 6 patients received 4-injection insulin regimen, with a dose (0.69±0.15) U·kg⁻¹·d⁻¹. The body mass index (BMI), blood glucose/HbA_{1c}, blood potassium/HbA_{1c}, fasting plasma glucose (FPG), 2-hour postprandial plasma glucose (2h-PG), high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), alanine aminotransferase (ALT), serum creatinine, and blood potassium levels in the FT1DM group were higher than those in the NFT1DM group ($P<0.05$), while HbA_{1c} and glycated albumin (GA) levels were lower than NFT1DM group ($P<0.05$). **Conclusions** FT1DM usually presents with an acute onset of DKA, may be accompanied by a history of preceding infection, and GADA can be positive. Patients with FT1DM have elevated blood glucose/HbA_{1c}, blood potassium/HbA_{1c}, FPG, 2h-PG, hs-CRP, ALT, serum creatinine, blood potassium levels, and require insulin therapy, while the HbA_{1c} and GA levels are lower.

[Key Words] fulminant type 1 diabetes mellitus; non-fulminant type 1 diabetes mellitus; diabetic ketoacidosis**[收稿日期]** 2024-11-18**[接受日期]** 2025-03-24**[基金项目]** 上海市卫生健康委员会面上项目 (201940362). Supported by General Project of Shanghai Municipal Health Commission (201940362).**[作者简介]** 高 敏, 硕士, 住院医师. E-mail: 1067614024@qq.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-57039893, E-mail: shixh80301@163.com

2000年,日本学者Imagawa等^[1]首次提出暴发性1型糖尿病(fulminant type 1 diabetes mellitus, FT1DM)的概念,其作为1型糖尿病(type 1 diabetes mellitus, T1DM)的新亚型,以胰岛功能迅速、完全不可逆性破坏,血糖急骤升高,急速进展至严重代谢紊乱为特征。FT1DM可危及患者生命,需要临床医师高度重视,尽早识别、及时治疗。目前,国内外关于FT1DM的报道相对较少,本研究通过回顾性分析6例FT1DM患者的临床特征,并与非暴发性1型糖尿病(non-fulminant type 1 diabetes mellitus, NFT1DM)患者临床资料进行比较,旨在提高临床医师对FT1DM的认识。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选择2020年4月至2024年8月于复旦大学附属金山医院住院治疗的6例FT1DM患者及30例NFT1DM患者作为研究对象。纳入标准:符合T1DM的诊断标准;年龄 ≥ 14 岁。排除标准:未发生糖尿病性酮症或酮症酸中毒(diabetic ketoacidosis, DKA)的患者;其他类型糖尿病。

FT1DM诊断参照2012年日本糖尿病学会诊断标准^[2]。(1)高血糖症状1周内出现糖尿病性酮症或DKA;(2)初诊血糖 >16 mmol/L,首次糖化血红蛋白(glycated hemoglobin A_{1c}, HbA_{1c}) $<8.7\%$;(3)起病时血清空腹C肽(fasting C-peptide, FCP) <0.3 ng/mL,餐后2 h C肽(2-hour postprandial C-peptide, 2h-CP) <0.5 ng/mL。同时满足以上3点可诊断为FT1DM。

T1DM诊断参照2021年中国T1DM诊治指南^[3]。(1)起病年龄大多小于20岁,但可在其他年龄起病;(2)起病较急,口干、多饮、多尿、体质量下降等症状较为典型,部分患者常以DKA起病;(3)依赖胰岛素治疗。

DKA及糖尿病性酮症诊断参照2021年中国T1DM诊治指南^[3]。DKA:(1)高血糖(血糖 >11 mmol/L);(2)酮体阳性(血酮体 ≥ 3 mmol/L或尿酮体2+以上);(3)静脉血pH值 <7.3 或血清碳酸氢根 <15 mmol/L。糖尿病性酮症:糖尿

病患者出现高血糖,同时酮体超过检测参考范围上限值,但未达到DKA诊断标准。

1.2 观察指标 (1)收集患者的性别、年龄、身高、体质量、病程、诱因、临床症状及家族史等临床资料,计算体质量指数(body mass index, BMI);(2)收集患者初诊血糖、空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、FCP、餐后2 h血糖(2-hour postprandial plasma glucose, 2h-PG), 2h-CP, 血酮体、pH值、碳酸氢根、HbA_{1c}、糖化白蛋白(glycated albumin, GA)、丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)、白蛋白、脂肪酶、淀粉酶、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、血肌酐、尿酸(uric acid, UA)、血钾离子、血钠离子、白细胞(white blood cell, WBC)、血红蛋白、超敏C反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、谷氨酸脱羧酶抗体(glutamic acid decarboxylase antibody, GADA)、胰岛细胞抗体(islet cell antibody, ICA)、胰岛素抗体(insulin autoantibody, IAA)、胰岛素剂量等。

1.3 统计学处理 采用SPSS 26.0进行统计学分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验。非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用秩和检验。计数资料以 $n(\%)$ 表示,两组间比较采用Fisher确切概率法。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 FT1DM患者的一般资料 结果(表1)显示:FT1DM患者均为男性,年龄(44.33 ± 12.13)岁, BMI(24.43 ± 2.42) kg/m², 病程2.00(1.75, 4.00) d。3例患者合并前驱感染史,其中2例为上呼吸道感染,1例为急性胃肠炎。6例患者均存在口干、多饮症状,5例患者存在腹痛、恶心、呕吐等消化道症状,仅1例患者有糖尿病家族史(母亲糖尿病史)。

2.2 FT1DM患者的实验室指标及胰岛素使用情况 结果(表2)显示:6例患者起病时血糖为(30.91 ± 9.38) mmol/L, HbA_{1c}为($6.30 \pm$

0.67) %，FCP 为 0.07 (0.03, 0.15) ng/mL，2h-CP 为 0.09 (0.03, 0.16) ng/mL，pH 值为 7.17±0.16，碳酸氢根为 8.00 (6.35, 18.95) mmol/L。5 例患者发生严重的 DKA，1 例患者发生糖尿病性酮症，淀粉酶为 226.50 (91.75, 299.75) U/L，脂肪酶为 2 316.00 (915.50, 3 083.50) U/L。6 例患者出院时均采用三餐前+睡前皮下注射 4 次胰岛素的治疗方案，胰岛素剂量为 (0.69±0.15) U•kg⁻¹•d⁻¹。

表 1 6 例 FT1DM 患者的一般资料
Table 1 General data of the 6 patients with FT1DM

Characteristic	Case					
	1	2	3	4	5	6
Sex	Male	Male	Male	Male	Male	Male
Age/year	34	47	28	61	43	53
BMI/(kg•m ⁻²)	23.32	24.67	28.41	22.04	25.83	22.34
Duration/d	3	7	1	2	2	2
Prior infection	No	No	URI	No	URI	AG
Symptom						
Dry mouth and polydipsia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Digestive symptom	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Respiratory symptom	No	No	Yes	No	Yes	No
Fever	No	No	Yes	No	Yes	No
Family history of diabetes	No	No	No	No	No	Yes

FT1DM: fulminant type 1 diabetes mellitus; BMI: body mass index; URI: upper respiratory infection; AG: acute gastroenteritis.

表 2 6 例 FT1DM 患者的实验室指标和胰岛素使用剂量
Table 2 Laboratory data and insulin dosage of the 6 patients with FT1DM

Index	Case					
	1	2	3	4	5	6
Glucose/(mmol•L ⁻¹)	47.00	19.50	25.07	28.00	32.50	33.38
HbA _{1c} /%	6.80	6.90	5.70	5.90	5.50	7.00
Glucose/HbA _{1c}	6.91	2.83	4.91	4.25	6.07	4.64
GA/%	21.50	24.90	11.00	20.70	12.80	20.50
FPG/(mmol•L ⁻¹)	13.96	21.19	20.50	8.13	17.10	17.60
2h-PG/(mmol•L ⁻¹)	17.02	30.92	20.43	9.07	20.63	24.37
FCP/(ng•mL ⁻¹)	0.03	0.21	0.05	0.13	0.08	0.01
2h-CP/(ng•mL ⁻¹)	0.03	0.29	0.09	0.11	0.08	0.01
pH	7.03	7.29	7.02	7.14	7.14	7.44
HCO ₃ ⁻ /(mmol•L ⁻¹)		15.20	8.00	5.90	6.80	22.70
Ketone/(mmol•L ⁻¹)	>8.00	>8.00	>8.00	5.60	5.00	1.70
WBC/(×10 ⁹ •L ⁻¹)	21.80	7.90	11.30	12.90	5.70	9.40
Hemoglobin/(g•L ⁻¹)	134.00	150.00	161.00	178.00	152.00	140.00
hs-CRP/(mg•L ⁻¹)	8.38	0.50	67.53	27.73	30.79	12.18
ALT/(U•L ⁻¹)	22.00	19.00	29.00	25.00	99.00	74.00
AST/(U•L ⁻¹)	22.00	14.00	24.00	28.00	70.00	48.00
Albumin/(g•L ⁻¹)	57.00	50.00	42.00	49.00	49.00	39.00
Amylase/(U•L ⁻¹)	272.00	100.00	383.00	67.00	218.00	235.00
Lipase/(U•L ⁻¹)	470.00	3 318.00	2 252.00			2 380.00
BUN/(mmol•L ⁻¹)	11.80	6.50	8.20	9.50	10.50	4.20
Serum creatinine/(μmol•L ⁻¹)	291.00	91.00	117.00	125.00	107.00	75.00
UA/(μmol•L ⁻¹)	456.00	589.00	494.00	667.00	524.00	182.00
Blood potassium/(mmol•L ⁻¹)	8.40	4.40	6.30	5.15	5.18	5.30
Blood sodium/(mmol•L ⁻¹)	123.00	133.00	129.00	140.00	136.00	133.00
Blood potassium/HbA _{1c}	1.24	0.64	1.11	0.87	0.94	0.76

Continued table 2

Index	Case					
	1	2	3	4	5	6
GADA/(IU•mL ⁻¹)	1.73	10.50	6.70	20.90	162.08	17.81
ICA/(IU•mL ⁻¹)	—	—	—	—	—	—
IAA/(IU•mL ⁻¹)	—	—	—	—	—	—
Insulin dosage/(U•kg ⁻¹ •d ⁻¹)	0.60	0.87	0.57	0.50	0.75	0.83

—: Negative. HbA_{1c}: glycated hemoglobin A_{1c}; GA: glycated albumin; FPG: fasting plasma glucose; 2h-PG: 2-hour postprandial plasma glucose; FCP: fasting C-peptide; 2h-CP: 2-hour postprandial C-peptide; WBC: white blood cell; hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; BUN: blood urea nitrogen; UA: uric acid; GADA: glutamic acid decarboxylase antibody; ICA: islet cell antibody; IAA: insulin autoantibody.

2.3 FT1DM 与 NFT1DM 患者临床资料、实验室指标比较 结果 (表 3) 显示: FT1DM 组 BMI、血糖/HbA_{1c}、血钾离子/HbA_{1c}、FPG、2h-PG、hs-CRP、ALT、血肌酐、血钾离子显著高于 NFT1DM 组 (P<0.05), HbA_{1c}、GA 显著低于 NFT1DM 组 (P<0.05)。

表 3 两组患者的临床资料和实验室指标
Table 3 Clinical and laboratory data of the two groups

Index	FT1DM (n=6)	NFT1DM (n=30)	t/Z	P
Male n(%)	6(100.0)	19(63.3)		0.148
Age/year	44.33±12.13	47.37±16.87	0.417	0.679
BMI/(kg•m ⁻²)	24.43±2.42	20.79±2.43	-3.360	0.002
Family history of diabetes n(%)	1(16.7)	10(33.3)		0.643
Glucose/(mmol•L ⁻¹)	30.91±9.38	27.45±9.63	-0.086	0.426
HbA _{1c} /%	6.30±0.67	12.53±2.88	5.202	<0.001
Glucose/HbA _{1c}	4.94±1.43	2.27±0.77	-6.543	<0.001
Blood potassium/HbA _{1c}	0.95±0.24	0.41±0.16	-6.848	<0.001
GA/%	18.57±5.43	43.44±12.87	4.610	<0.001
FPG/(mmol•L ⁻¹)	17.35(12.50, 20.67)	6.43(5.16, 11.95)	-3.014	0.003
2h-PG/(mmol•L ⁻¹)	20.41±7.30	14.62±5.28	-2.302	0.028
FCP/(ng•mL ⁻¹)	0.07(0.03, 0.15)	0.12(0.02, 0.27)	-1.065	0.287
2h-CP/(ng•mL ⁻¹)	0.09(0.03, 0.16)	0.15(0.02, 0.49)	-1.065	0.287
pH	7.17±0.16	7.16±0.15	-0.274	0.786
HCO ₃ ⁻ /(mmol•L ⁻¹)	8.00(6.35, 18.95)	9.50(3.05, 14.50)	-0.484	0.629
WBC/(×10 ⁹ •L ⁻¹)	10.35(7.35, 15.13)	9.80(7.10, 19.95)	-0.255	0.799
Hemoglobin/(g•L ⁻¹)	152.50±15.67	147.80±17.43	-0.612	0.545
hs-CRP/(mg•L ⁻¹)	19.96(6.41, 39.98)	2.29(0.50, 6.51)	-2.227	0.026
ALT/(U•L ⁻¹)	27.00(21.25, 80.25)	20.00(11.00, 25.25)	-2.062	0.039
AST/(U•L ⁻¹)	26.00(20.00, 53.50)	18.50(15.00, 29.25)	-1.402	0.161
Albumin/(g•L ⁻¹)	47.63±6.37	41.30±8.49	-1.725	0.094
BUN/(mmol•L ⁻¹)	8.85(5.93, 10.83)	5.15(3.40, 9.20)	-1.571	0.116
Serum creatinine/(μmol•L ⁻¹)	112.00(82.50, 166.50)	66.50(52.50, 86.50)	-2.103	0.035
UA/(μmol•L ⁻¹)	485.33±166.25	401.60±184.93	-1.027	0.312
Blood potassium/(mmol•L ⁻¹)	5.90±1.49	4.71±1.04	-2.395	0.022
Blood sodium/(mmol•L ⁻¹)	133.00(127.50, 137.00)	133.00(128.50, 137.00)	-0.197	0.843
GADA/(IU•mL ⁻¹)	14.16(5.46, 56.20)	46.48(2.09, 1 620.50)	-0.766	0.444
Insulin dosage/(U•kg ⁻¹ •d ⁻¹)	0.69±0.15	0.64±0.19	-0.574	0.570

BMI: body mass index; HbA_{1c}: glycated hemoglobin A_{1c}; GA: glycated albumin; FPG: fasting plasma glucose; 2h-PG: 2-hour postprandial plasma glucose; FCP: fasting C-peptide; 2h-CP: 2-hour postprandial C-peptide; WBC: white blood cell; hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; BUN: blood urea nitrogen; UA: uric acid; GADA: glutamic acid decarboxylase antibody.

3 讨论

T1DM 特指因胰岛 β 细胞破坏导致胰岛素绝对缺乏, 具有酮症倾向的糖尿病, 需要胰岛素终身注射治疗。根据病因, T1DM 可分为自身免疫性 T1DM 和特发性 T1DM; 根据起病急缓, T1DM 可分为 FT1DM、经典型 T1DM 以及缓发型 T1DM^[3]。其中, FT1DM 由日本学者^[1]于 2000 年首次提出, 主要特征为迅速出现的高血糖, 以及与之不相匹配的正常或轻度升高的 HbA_{1c}。患者胰岛 β 细胞功能几乎完全衰竭, 常 1 周之内急速进展至 DKA, 同时可出现严重代谢紊乱、胰酶升高、横纹肌溶解、急性肾损伤以及多器官功能障碍等严重并发症。

在流行病学方面, FT1DM 在东亚国家最为常见。2003 年, 日本学者 Imagawa 等^[4]研究发现, FT1DM 占非缓发型 T1DM 的比例为 19.4%。2022 年, 韩国的一项多中心研究^[5]显示, 14.6% 以糖尿病性酮症起病的 T1DM 被诊断为 FT1DM。2 项中国人群研究显示, 在新诊断的 T1DM 中, FT1DM 的发病率分别为 9.7%^[6]和 11.2%^[7]。吴晗等^[8]研究显示, 在以糖尿病性酮症或 DKA 起病的 T1DM 中, FT1DM 占 23.4%。目前, 中国关于 FT1DM 的多中心、大样本报道较为少见。

FT1DM 的病因和发病机制尚在探索及研究中, 遗传因素、病毒感染以及自身免疫可能参与 FT1DM 的发生发展, 某些药物和妊娠则是其发病的高危因素^[9]。本研究中, FT1DM 占同期以糖尿病性酮症或 DKA 起病的 T1DM 的 16.7% (6/36)。该数据与既往报道稍有不同, 可能与样本量较少有关。在病因探索方面, 本研究 6 例 FT1DM 均未行相关基因检测, 难以评估遗传因素对 FT1DM 的影响。Tanaka 等^[10]发现, FT1DM 患者胰岛细胞和外分泌组织中存在肠病毒, 而肠病毒引起的机体免疫应答可能参与 FT1DM 的发生。同时, 胰腺外分泌组织中可观察到炎症反应, 且胰酶的表达水平升高。在本研究中, 3 例患者在发病前有急性上呼吸道感染或消化道感染病史, 提示病毒感染及抗病毒免疫可能参与 FT1DM 的发生和发展。除 1 例患者未进行脂肪酶检测外, 5 例患者

均存在不同程度的脂肪酶或淀粉酶升高。FT1DM 在报道之初, 因其常见的胰岛自身抗体呈阴性, 被归类为特发性 T1DM。日本学者^[4]发现, 约 5% 的 FT1DM 患者体内检测到胰岛自身抗体。中国学者开展的 2 项研究中, FT1DM 患者中胰岛自身抗体阳性率分别为 30.7% (8/26)^[11]和 40.9% (9/22)^[12], 显著高于日本报道的数据。本研究 FT1DM 患者的 GADA 阳性率高达 66.67% (4/6), 说明自身免疫机制在 FT1DM 患者胰岛 β 细胞损伤中的作用不可忽视。

在临床特征方面, FT1DM 发展急速, 多以 DKA 起病, 同时可合并急性胰腺炎、急性肾衰竭、急性肝损伤、乳酸酸中毒等严重并发症^[13-15]。本研究中, 5 例患者存在严重的 DKA, 且起病均在血糖升高 1 周之内。其中, 1 例患者以“急性胰腺炎”收入消化科治疗, 入院时患者血糖、HbA_{1c}、GA 均在正常范围内, 入院后第 2 天患者突发胸闷、气急, 完善相关检查符合“急性胰腺炎合并 FT1DM、DKA”诊断。另 1 例患者因腹痛于急诊就诊, 血糖 4.7 mmol/L, 血钾离子 8.4 mmol/L, 血钠离子 123 mmol/L, 血酮体 > 8 mmol/L, BUN 11.8 mmol/L, 血肌酐 291 μ mol/L, UA 667 μ mol/L, pH 值 7.03, 考虑“DKA 合并严重电解质代谢紊乱, 急性肾功能衰竭”, 立即予以床旁血液透析、补液、降糖、纠酮等治疗, 代谢指标较前好转。此外, FT1DM 组患者血钾离子、血肌酐、ALT 均显著高于 NFT1DM 组, 具有更严重的电解质紊乱、肾功能和肝功能损伤, 结论与既往研究^[16-17]相一致。由此可见, FT1DM 发病复杂, 病情凶险, 需尽早识别、及时诊治。

探索用于早期识别 FT1DM 的预测因子具有重要意义。Liu 等^[18]提出, 血糖/HbA_{1c} 的临界值为 4.2 时, 区分 FT1DM 和 NFT1DM 的灵敏度 94%、特异度 98%。Qiu 等^[19]认为, 血糖/HbA_{1c}、血钾离子/HbA_{1c} 等可以从 DKA 中识别 FT1DM, 其中血钾离子/HbA_{1c} 的临界值为 0.728, 预测灵敏度 90%、特异度 84.2%。本研究中, 83.33% (5/6) 的患者血糖/HbA_{1c} > 4.2, 血钾离子/HbA_{1c} > 0.728。此外, FT1DM 组血糖/HbA_{1c}、血

钾离子/HbA_{1c} 均显著高于 NT1DM 组。可见, 血糖/HbA_{1c}、血钾离子/HbA_{1c} 对 FT1DM 具有良好的早期预测作用。另外, 与 NFT1DM 组相比, FT1DM 组 BMI 更高, 即 FT1DM 患者并无明显消瘦, 与经典型 T1DM 存在一定差别, 亦可为 FT1DM 诊断提供参考。两组患者 hs-CRP 差异有统计学意义, 可能与 FT1DM 患者多合并前驱感染有关。在治疗方面, FT1DM 组与 NFT1DM 组胰岛功能均明显衰竭, 须依赖胰岛素治疗, 胰岛素剂量差异无统计学意义。

综上所述, FT1DM 患者多以 DKA 急性起病, 可伴有前驱感染病史, GADA 可阳性, 与 NFT1DM 患者相比, 血糖/HbA_{1c}、血钾离子/HbA_{1c}、FPG、2h-PG、hs-CRP、ALT、血肌酐、血钾离子更高, 而 HbA_{1c}、GA 更低, 均依赖胰岛素治疗。由于 FT1DM 概念提出较晚, 相关研究较少, 本研究结果可为临床医师提供一定参考, 但样本量较少, 后续需要扩大样本量进一步分析并总结其临床特征。

伦理声明 本研究通过复旦大学附属金山医院伦理委员会批准 (JIEC 2024-S98), 所有患者均已签署知情同意书。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 高敏: 数据收集与统计, 论文撰写、修订; 冯永浩: 数据统计, 论文撰写指导; 施晓红: 研究设计, 论文撰写指导、审阅、修订。

参考文献

- [1] IMAGAWA A, HANAFUSA T, MIYAGAWA J, et al. A novel subtype of type 1 diabetes mellitus characterized by a rapid onset and an absence of diabetes-related antibodies. Osaka IDDM Study Group[J]. *N Engl J Med*, 2000, 342(5): 301-307.
- [2] IMAGAWA A, HANAFUSA T, AWATA T, et al. Report of the Committee of the Japan Diabetes Society on the research of fulminant and acute-onset type 1 diabetes mellitus: new diagnostic criteria of fulminant type 1 diabetes mellitus[J]. *J Diabetes Invest*, 2012, 3(6): 536-539.
- [3] 中华医学会糖尿病学分会, 中国医师协会内分泌代谢科医师分会, 中华医学会内分泌学分会, 等. 中国 1 型糖尿病诊治指南 (2021 版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(11): 1143-1250.
- Chinese Diabetes Society, Chinese Endocrinologist Association, Chinese Society of Endocrinology, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of type 1 diabetes mellitus in China (2021 edition)[J]. *Chin J Diabetes Mellitus*, 2022, 14(11): 1143-1250.
- [4] IMAGAWA A, HANAFUSA T, UCHIGATA Y, et al. Fulminant type 1 diabetes: a nationwide survey in Japan[J]. *Diabetes Care*, 2003, 26(8): 2345-2352.
- [5] SONG S O, YUN J S, KO S H, et al. Prevalence and clinical characteristics of fulminant type 1 diabetes mellitus in Korean adults: a multi-institutional joint research[J]. *J Diabetes Invest*, 2022, 13(1): 47-53.
- [6] LUO S M, ZHANG Z Y, LI X, et al. Fulminant type 1 diabetes: a collaborative clinical cases investigation in China[J]. *Acta Diabetol*, 2013, 50(1): 53-59.
- [7] LI Z Q, ZHANG J P. The prevalence and clinical features of fulminant type 1 diabetes[J]. *Chin J Intern Med*, 2016, 55(11): 849-853.
- [8] 吴 晗, 方兴宇, 于 森, 等. 单中心 22 例暴发性 1 型糖尿病临床特征分析[J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(9): 590-595.
- WU H, FANG X Y, YU M, et al. Clinical characteristics of fulminant type 1 diabetes mellitus: 22 cases from a single center[J]. *Chin J Diabetes Mellitus*, 2018, 10(9): 590-595.
- [9] 赵 琳, 苏本利. 暴发性 1 型糖尿病病因的研究进展[J]. *中国糖尿病杂志*, 2024, 32(7): 552-556.
- ZHAO L, SU B L. Research progress on the etiology of fulminant type 1 diabetes mellitus[J]. *Chin J Diabetes Mellitus*, 2024, 32(7): 552-556.
- [10] TANAKA S, NISHIDA Y, AIDA K R, et al. Enterovirus infection, CXC chemokine ligand 10 (CXCL10), and CXCR3 circuit: a mechanism of accelerated beta-cell failure in fulminant type 1 diabetes[J]. *Diabetes*, 2009, 58(10): 2285-2291.
- [11] LIU L, MAO J P, LU Z Y, et al. Clinical analysis of fulminant type 1 diabetes in China and comparison with a nationwide survey in Japan[J]. *Ann Endocrinol (Paris)*, 2013, 74(1): 36-39.
- [12] WANG Z, ZHENG Y, TU Y T, et al. Immunological aspects of fulminant type 1 diabetes in Chinese[J]. *J Immunol Res*, 2016, 2016: 1858202.

- [13] 张培恒, 高莹, 吴红花, 等. 暴发性1型糖尿病合并急性胰腺炎1例及文献回顾[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2024, 56(5): 923-927.
- ZHANG P H, GAO Y, WU H H, et al. A case of fulminant type 1 diabetes complicated with acute pancreatitis and literature review[J]. *J Peking Univ (Health Sci)*, 2024, 56(5): 923-927.
- [14] 刘娇, 桂灵升, 张群, 等. 暴发性1型糖尿病合并急性肾功能衰竭1例[J]. *第三军医大学学报*, 2016, 38(10): 1101.
- LIU J, GUI L S, ZHANG Q, et al. A case of explosive type 1 diabetes complicated with acute renal failure[J]. *J Third Mil Med Univ*, 2016, 38(10): 1101.
- [15] 洪燕青. 暴发性1型糖尿病伴乳酸酸中毒1例并文献复习[J]. *中华全科医学*, 2019, 17(4): 699-701.
- HONG Y Q. A case of fulminant type 1 diabetes accompanied by lactic acidosis and literature review[J]. *Chin J Gen Pract*, 2019, 17(4): 699-701.
- [16] 刘莎, 徐爱霞, 刘婷, 等. 暴发1型糖尿病的临床特征[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2020, 45(12): 1437-1443.
- LIU S, XU A X, LIU T, et al. Clinical characteristics of fulminant type 1 diabetes mellitus[J]. *J Cent South Univ (Med Sci)*, 2020, 45(12): 1437-1443.
- [17] 谢新荣, 钟慕贤, 黄普好. 新发暴发性1型糖尿病与经典1型糖尿病及成人隐匿性自身免疫性糖尿病的临床特征比较[J]. *中国糖尿病杂志*, 2021, 29(10): 754-757.
- XIE X R, ZHONG M X, HUANG P H. Clinical comparison of newly onset fulminant type 1 diabetes mellitus, classical type 1 diabetes mellitus and LADA[J]. *Chin J Diabetes Mellitus*, 2021, 29(10): 754-757.
- [18] LIU L, JIA W J, WU Y X, et al. Plasma glucose to glycated hemoglobin ratio: method of differentiating fulminant type 1 diabetes from diabetic ketoacidosis[J]. *Ann Endocrinol (Paris)*, 2019, 80(1): 16-20.
- [19] QIU J L, LI X, CHEN W, et al. The fulminant index: a method of rapidly differentiating fulminant type 1 diabetes from diabetic ketoacidosis[J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2022, 38(3): e3501.
- [本文编辑] 殷悦

引用本文

高敏, 冯永浩, 施晓红. 暴发性1型糖尿病的临床特征分析[J]. *中国临床医学*, 2025, 32(3): 472-478.

GAO M, FENG Y H, SHI X H. Clinical features analysis of fulminant type 1 diabetes mellitus[J]. *Chin J Clin Med*, 2025, 32(3): 472-478. DOI: [10.12025/j.issn.1008-6358.2025.20241296](https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2025.20241296)