

# 感染新型冠状病毒前后 2 型糖尿病患者维生素 D 水平与代谢指标的相关性研究\*

陈玉华<sup>1</sup> 徐健<sup>2</sup> 李楠<sup>1</sup> 戴芳芳<sup>1</sup> 张舒<sup>1</sup>

(1. 南京中医药大学附属医院, 江苏 南京 210029; 2. 南京市第二医院, 江苏 南京 210029)

**【摘要】** 目的 探讨感染新冠病毒前后 2 型糖尿病(T2DM)患者维生素 D 水平与代谢指标的相关性。方法 随机选取 2015 年 12 月—2017 年 9 月(未感染 COVID-19)及 2023 年 1 月—2023 年 12 月(感染过 COVID-19)1 994 例 T2DM 住院患者,根据 25-羟维生素 D[25(OH)D]水平分为 25(OH)D 水平缺乏组、不足组和充足组。回顾性分析感染 COVID-19 前后,不同 25(OH)D 水平的 T2DM 患者的性别、年龄、空腹胰岛素(FINS)、空腹血糖(FPG)、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、甘油三酯(TG)、尿酸(UA)、糖化血红蛋白(HbA1c)、24 h 尿蛋白定量(24 h UTP)的差异。结果 感染前,相关分析结果显示,FINS、HOMA-IR、TG、HbA1c 和 24 h UTP 与 25(OH)D 呈负相关( $P < 0.05$ ),年龄与 25(OH)D 呈正相关( $P < 0.05$ )。有序多分类 Logistic 回归分析示,T2DM 患者中 25(OH)D 水平对 TG、HbA1c、24 h UTP 有影响,其中低水平 TG、24 h UTP 为 25(OH)D 保护因素(OR 分别为 0.991、0.899,均  $P < 0.005$ ),HbA1c 增高为危险因素( $OR = 1.002, P < 0.001$ )。感染后,相关分析结果显示,性别、FINS、FPG、HOMA-IR 和 24 h UTP 与 25(OH)D 呈负相关( $P < 0.05$ );年龄与 25(OH)D 呈正相关( $P < 0.05$ )。有序多分类 Logistic 回归分析模型结果显示,T2DM 患者中 25(OH)D 水平对年龄、24 h UTP 有影响,其中低水平 24 h UTP 为保护因素( $OR = 0.999, P < 0.001$ ),年龄增加为危险因素( $OR = 1.023, P < 0.001$ )。结论 感染 COVID-19 前后,25(OH)D 的缺乏与 T2DM 血糖达标程度均呈负相关。感染前后低水平 24 h UTP 均是 25(OH)D 的保护因素,但感染后患者的 24 h UTP 较未感染患者显著升高。

**【关键词】** 2 型糖尿病;新型冠状病毒;25-羟维生素 D;代谢性指标

**【中图分类号】** R587.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.10.009

## Correlation between vitamin D levels and metabolic indicators in patients with type 2 diabetes mellitus before and after infection with the novel coronavirus

CHEN Yuhua<sup>1</sup>, XU Jian<sup>2</sup>, LI Nan<sup>1</sup>, DAI Fangfang<sup>1</sup>, ZHANG Shu<sup>1</sup>

(1. Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210029, China;

2. The Second Hospital of Nanjing, Nanjing 210029, China)

**【Abstract】** **Objective** To analyze 25(OH)D levels and influencing factors in type 2 diabetic patients before and after COVID-19 infection. **Methods** A total of 1994 inpatients with T2DM were randomly selected from December 2015 to September 2017 (before COVID-19 pandemic) and from January 2023 to December 2023 (after COVID-19 pandemic). These inpatients were divided into the 25(OH)D level-deficient group, the 25(OH)D level-insufficient group, and the 25(OH)D level-sufficient group. Based on that, we retrospectively analyzed the differences in gender, age, fasting insulin (FINS), fasting plasma glucose (FPG), homa insulin-resistance (HOMA-IR), total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), triglyceride (TG), uric acid (UA), hemoglobin a1c (HbA1c), as well as urine total protein (UTP) in T2DM inpatients with different vitamin D levels before and after infection with the novel coronavirus. **Results** The results in patients before infection with the novel coronavirus showed

基金项目:国家自然科学基金项目(82104751);国家重点研发计划项目(2018YFC2002503)

通信作者:张舒, E-mail: zhangshu.2002@163.com

引用本文:陈玉华,徐健,李楠,等.感染新型冠状病毒前后 2 型糖尿病患者维生素 D 水平与代谢指标的相关性研究[J].西部医学,2025,37(10):

1456-1460. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.10.009

that the levels of FINS, HOMA-IR, TG, HbA1c, and UTP were negatively correlated with 25(OH)D levels( $P < 0.05$ ), but age was positively correlated with 25(OH)D levels( $P < 0.05$ ). In addition, the multivariate ordered logistic regression analysis indicated that changes of 25(OH)D levels in patients with T2DM could affect the levels of TG, HbA1c, and UTP, where low levels TG and UTP were considered as protective factors( $OR = 0.991, P < 0.001$ ;  $OR = 0.899, P < 0.001$ ), but high levels HbA1c were considered a risk factor( $OR = 1.002, P < 0.002$ ). On the other hand, the results in patients after infection with the novel coronavirus showed that the gender, FINS, FPG, HOMA-IR, and UTP were negatively correlated with 25(OH)D levels( $P < 0.05$ ). However, age was positively correlated with vitamin D levels( $P < 0.05$ ). Besides, the results of the multivariate ordered logistic regression analysis model indicated that the differences in 25(OH)D levels among T2DM patients were influenced by gender, age, and UTP levels, where UTP was considered as protective factors( $OR = 0.999, P < 0.001$ ), but age was considered as a risk factor( $OR = 1.023, P < 0.001$ ). **Conclusion** Before and after the infection, the deficiency of 25(OH)D is negatively correlated with the degree of blood sugar control in T2DM patients. Low levels of 24hUTP are protective factors for 25(OH)D deficiency, However, the 24-hour urinary total protein(UTP) levels in patients infected with the virus are significantly higher compared to those not infected.

**【Key words】** Type 2 diabetes mellitus; COVID-19; 25(OH)D; Metabolic indicators

新型冠状病毒感染(Corona Virus Disease 2019, COVID-19)已成为全球性的公共卫生事件<sup>[1]</sup>。2型糖尿病(Type 2 diabetes mellitus, T2DM)患者作为代谢性疾病的特殊人群,相关研究<sup>[2]</sup>证实 T2DM 患者 25-羟维生素 D[25-HydroxyvitaminD, 25(OH)D]水平普遍偏低。同时 T2DM 患者是新冠病毒的易感人群,临床观察发现<sup>[3]</sup>,高血糖是引发 COVID-19 出现危急重症的主要危险因素之一。在代谢性疾病研究中,充足的 25(OH)D 对糖尿病病情控制有积极作用<sup>[4]</sup>,而关于在 COVID-19 大流行背景下,不同 25(OH)D 水平状态的 T2DM 患者的糖脂代谢性指标的调查研究尚少。本研究基于本院内分泌科 T2DM 住院患者的临床检验指标,在新型冠状病毒感染前后,对不同 25(OH)D 水平状态下的临床真实数据进行回顾性分析,并初步探讨在特殊时期背景下,25(OH)D 对慢性代谢性疾病影响的相关因素,为临床用药及生活方式宣教等方面提供新的思路及支持。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取南京中医药大学附属医院内分泌科 2015 年 12 月—2017 年 9 月(未感染 COVID-19)及 2023 年 1 月—2023 年 12 月(感染过 COVID-19)住院的 T2DM 患者 1 994 例。其中未感染 COVID-19 患者 1 099 例,男 559 例,女 540 例;感染过 COVID-19 患者 895 例,男 513 例,女 382 例。所有研究对象均知情并签署同意书,本研究获得江苏省中医院伦理委员会审批(批准号:2021NL-129-01)。

1.2 诊断及纳入、排除标准 诊断标准:① T2DM 的诊断标准:依据中华医学会糖尿病学分会 2017 年发布的中国 T2DM 防治指南提出的诊断标准<sup>[5]</sup>。② 新型冠状病毒诊断标准:依据新型冠状病毒在国内流行病学史,2015 年 12 月—2017 年 9 月入组患者为未感

染。结合患者既往传染病病史,2023 年 01 月—2023 年 12 月入组患者新冠病毒核酸检测 N 基因和 ORF1 ab 基因的 Ct 值或者痰、鼻咽拭子等呼吸道标本核酸检测为阳性,且至少有过 1 次新型冠状病毒感染。纳入标准:入组住院患者均符合 T2DM 诊断标准。排除标准:①可引起继发性骨质疏松症的疾病(甲状腺功能亢进症、甲状旁腺功能亢进症、类风湿关节炎、严重肝肾功能不全(血肌酐清除率 $< 30$  mL/min,丙氨酸氨基转移酶 $\geq 2.5$  倍正常上限,总胆红素 $\geq 1.5$  倍正常上限)。②肿瘤患者。③应激状态、重度感染、创伤患者。④长期应用影响骨代谢药物者。⑤长期卧床患者。⑥合并严重心、肺等器官疾病者。

1.3 资料收集 ①一般资料:记录患者的姓名、性别、年龄、住院号、糖尿病病史、出院诊断及既往病史、个人史等。②体格检查:收集患者入院时身高、体重和血压。③实验室检查:所有研究对象禁食 6 h 以上,于清晨采集空腹肘静脉血,常规分离血清,采用 AU5800 系列的 AU5821 全自动生化分析仪(贝克曼库尔特有限公司)检测总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、甘油三酯(TG)、空腹血糖(FPG)、尿酸(UA)水平;采用 Bio-Rad D-10 糖化血红蛋白仪(伯乐生命医学产品有限公司)通过离子交换高效液相色谱法测定糖化血红蛋白(HbA1c)水平;采用 cobas e 602 电化学发光免疫分析仪(上海罗氏制药有限公司)测定 25(OH)D 水平。采用西班牙 BioSystems 公司全自动特定蛋白分析仪 BA 400 测定 24 h 尿蛋白定量(24-hour urinary protein quantity, 24 h UTP)水平。采用 Centaur-XP 全自动化学发光免疫分析仪测定空腹胰岛素(Fasting Insulin, FINS)水平。

1.4 25(OH)D 分类依据及稳态模型胰岛素抵抗指数

(Homeostasis Model Assessment-Insulin Index resistance, HOMA-IR) ① 25(OH)D 水平分类的依据:入组患者的 25(OH)D 水平分类标准,根据《维生素 D 与成年人骨骼健康应用指南(2014 年标准版)》<sup>[6]</sup>为:缺乏(缺乏组):25(OH)D<12 ng/mL;不足(不足组):12≤25(OH)D<20 ng/mL;充足(充足组):25(OH)D ≥ 20 ng/mL。② HOMA-IR = 空腹血糖(mmol/L) \* 空腹胰岛素(uIU/mL)/22.5。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用方差分析(ANOVA);不符合正态分布的计量资料用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用秩和检验(Wilcoxon);计数资料组间比较采用

$\chi^2$  检验。采用 Pearson 相关(正态分布资料)和 Spearman 相关(非正态分布资料)分析糖脂代谢性指标与 25(OH)D 之间的简单相关性。采用有序多分类 Logistic 回归建立模型并分析 25(OH)D 的影响因素。所有检验均为双侧检验,检验水准( $\alpha$ )为 0.05。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义

2 结果

2.1 感染前,不同 25(OH)D 水平的 T2DM 患者临床代谢性指标比较 未感染 COVID-19 T2DM 患者 25(OH)D 缺乏组 314 例(28.75%),不足组 551 例(50.14%),充足组 234 例(21.29%);3 组患者 FINS、HOMA-IR 和 HbA1c 的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

表 1 感染前 T2DM 患者临床资料及实验数据比较 [ $\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75})$ ]

Table 1 Comparison of general clinical data and the laboratory tests among type 2 diabetic patients

项目	25(OH)D 分组(n=1 099)			卡方	P
	缺乏组(n=314)	不足组(n=551)	充足组(n=234)		
性别(男/女)	157/157	283/268	119/115	0.148	0.929
年龄(岁)	58.85±14.66	60.73±12.78	61.27±11.95	2.321	0.313
FINS(uIU/mL)	13.40(8.63,20.81)	11.66(7.10,17.51)	10.27(5.95,15.44)	24.131	<0.001
FPG(mmol/L)	6.70(5.08,9.06)	6.61(5.21,8.27)	6.34(5.34,7.72)	2.062	0.357
HOMA-IR	3.97(2.36,6.71)	3.31(1.92,5.63)	3.03(1.69,5.03)	22.721	<0.001
TC(mmol/L)	4.34(3.64,5.10)	4.32(3.52,5.06)	4.29(3.72,4.98)	0.861	0.650
TG(mmol/L)	1.58(1.05,2.37)	1.45(0.99,2.26)	1.39(0.99,2.02)	5.245	0.073
UA(umol/L)	310.85(259.28,391.50)	311(258,369.90)	305.50(256.25,362.25)	1.122	0.571
HDL-C(mmol/L)	1.20(1.01,1.43)	1.23(1.04,1.43)	1.28(1.07,1.44)	5.796	0.055
LDL-C(mmol/L)	3.06(2.27,3.78)	2.94(2.22,3.60)	2.90(2.33,3.52)	3.292	0.193
HbA1c	8.60(6.90,10.30)	8.00(6.70,9.60)	7.60(6.50,9.20)	13.652	0.001
UTP(mg/24 h)	36.00(17.75,94.25)	34.00(12.00,78.00)	37.50(13.75,72.00)	2.872	0.238

2.2 感染前,T2DM 患者 25(OH)D 水平与代谢性指标的简单相关分析 采用 Spearman 相关分析结果显示,FINS、HOMA-IR、TG、HbA1c 和 24 h UTP 与 25

(OH)D 呈负相关( $P < 0.05$ ),年龄与 25(OH)D 呈正相关( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 T2DM 代谢性指标与 25(OH)D 的 Spearman 相关分析

Table 2 The correlation analysis between the relative factors of T2DM and 25(OH)D

项目	性别	年龄	FINS	FPG	HOMA-IR	TC	TG	UA	HDL-C	LDL-C	HbA1c	24 h UTP
r	-0.007	0.067	-0.101	-0.046	-0.093	-0.041	-0.098	-0.051	0.034	-0.056	-0.105	-0.112
P	0.817	0.026	0.001	0.125	0.002	0.174	0.001	0.093	0.262	0.062	<0.001	<0.001

2.3 感染前,T2DM 患者 25(OH)D 的相关影响因素分析 以 25(OH)D 水平分组为因变量,以单因素分析有统计学意义的相关因素为自变量(即 FINS、HOMA-IR、TG、HbA1c 和 24 h UTP),回归模型采用有序多分类 Logistic 回归分析模型。结果显示,在感染 COVID-19 前,T2DM 患者中 25(OH)D 水平对 TG、HbA1c、24 h UTP 有影响,其中低水平 TG、24 h UTP 为 25(OH)D 保护因素(OR 分别:0.991、0.899,均  $P < 0.005$ ),HbA1c 为 25(OH)D 危险因素(OR = 1.002,  $P < 0.001$ )。见表 3。

者 25(OH)D 缺乏组 178 例(19.89%);不足组 452 例(50.50%);充足组 265 例(29.61%)。3 组患者性别、年龄、FINS、FPG、HOMA-IR 和 24 h UTP 的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 4。

表 3 有序多分类 Logistic 回归分析结果

Table 3 The results of ordinal logistic regression analysis

项目	$\beta$	Wals	OR	95%CI	P
FINS	-0.009	2.125	0.123	-0.020~0.003	0.145
HOMA-IR	0.002	0.011	1.223	-0.026~0.029	0.915
TG	-0.107	8.126	0.991	-0.180~-0.033	0.004
HbA1c	-0.081	9.755	1.002	-0.131~-0.030	0.002
24 h UTP	-0.002	12.873	0.899	-0.003~-0.001	<0.001

2.4 感染后,不同 25(OH)D 水平的 T2DM 患者临床代谢性指标比较 感染过 COVID-19 的 T2DM 患

表 4 感染过 COVID-19 的 T2DM 患者临床资料及实验数据比较 $[\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75})]$ 

Table 4 Comparison of general clinical data and the laboratory tests among type 2 diabetic patients

项目	25(OH)D 分组(n=895)			$\chi^2$	P
	缺乏组(n=178)	不足组(n=452)	充足组(n=265)		
性别(男/女)	80/98	257/195	176/89	20.144	<0.001
年龄(岁)	58.90±15.14	59.64±13.32	62.93±11.74	9.634	0.008
FINS(uU/mL)	11.88(7.42,18.34)	9.78(5.50,14.87)	10.24(5.57,14.99)	10.768	0.005
FPG(mmol/L)	6.71(5.26,8.84)	6.51(5.30,8.19)	6.06(4.95,7.87)	8.418	0.015
HOMA-IR	3.40(2.05,6.05)	2.79(1.55,4.68)	2.75(1.48,4.57)	12.393	0.002
TC(mmol/L)	4.28(3.52,5.12)	4.40(3.60,5.05)	4.26(3.60,4.95)	1.304	0.521
TG(mmol/L)	1.39(0.96,2.13)	1.40(1.00,2.12)	1.26(0.89,2.04)	4.024	0.134
UA( $\mu$ mol/L)	304.0(234.75,373.50)	297.50(242.00,362.75)	310(248,383)	3.053	0.217
HDL-C(mmol/L)	1.18(1.02,1.35)	1.22(1.06,1.40)	1.22(1.05,1.47)	4.096	0.129
LDL-C(mmol/L)	2.50±0.90	2.47±0.79	2.44±0.84	0.260	0.771
HbA1c	8.60(7.20,10.80)	8.30(7.03,10.10)	8.10(6.95,9.85)	3.681	0.159
UTP(mg/24 h)	122(63,432.50)	85.00(50.00,157.75)	85.00(56.00,151.50)	23.129	<0.001

2.5 感染后, T2DM 患者 25(OH)D 水平与代谢性指标的简单相关分析 895 例 T2DM 患者的 LDL-C 指标符合正态分布, 与 25(OH)D 的相关性采用 Pearson 相关分析; 性别、年龄、FINS、FPG、HOMA-IR、TC、TG、UA、LDL-C、HbA1c 和 24 h UTP 不符合正态分

布, 其与 25(OH)D 的相关性采用 Spearman 相关分析。相关分析结果显示, 年龄与 25(OH)D 呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 性别、FINS、FPG、HOMA-IR 和 24 h UTP 与 25(OH)D 呈负相关 ( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 T2DM 代谢性指标与 25(OH)D 的 Spearman 相关性分析

Table 5 The correlation analysis between the relative factors of T2DM and 25(OH)D

项目	性别	年龄	FINS	FPG	HOMA-IR	TC	TG	UA	HDL-C	LDL-C	HbA1c	24 h UTP
r	-0.149	0.093	-0.069	-0.094	-0.096	-0.020	-0.055	0.048	0.063	-0.024	-0.061	-0.124
P	<0.001	0.006	0.040	0.005	0.004	0.558	0.100	0.150	0.059	0.471	0.067	<0.001

2.6 感染后, T2DM 患者 25(OH)D 的相关影响因素分析 以单因素分析有统计学意义的相关因素为自变量(即性别、年龄、FINS、FPG、HOMA-IR 和 24 h UTP), 回归模型采用有序多分类 Logistic 回归分析模型。结果显示, 在感染 COVID-19 后 T2DM 患者中 25(OH)D 水平对性别、年龄、24 h UTP 有影响, 其中低水平 24 h UTP 为 25(OH)D 保护因素 ( $OR = 0.999, P < 0.001$ ), 年龄增加为 25(OH)D 危险因素 ( $OR = 1.023, P < 0.001$ )。见表 6。

表 6 有序多分类 Logistic 回归分析结果

Table 6 The results of ordinal logistic regression analysis

项目	$\beta$	Wals	OR	95%CI	P
性别	-0.746	30.292	0.474	-1.011~-0.480	0.098
年龄	0.023	20.989	1.023	0.013~0.033	<0.001
FINS	-0.017	1.731	0.983	-0.043~0.008	0.188
FPG	-0.055	2.688	0.946	-0.122~0.011	0.101
HbA1c	0.032	0.619	1.033	-0.048~0.113	0.432
24 h UTP	-0.001	45.065	0.999	-0.002~-0.001	<0.001

### 3 讨论

2020 年流行病学调查报告<sup>[7]</sup>显示, 中国已成为全球糖尿病患者新增以及总数最多的发展中国家<sup>[8]</sup>。慢性代谢性疾病已然成为民众及国家重点关注的领域, 且现有研究<sup>[9-11]</sup>发现 T2DM 的患病人群年轻化趋

势越来越明显。2019 年新冠疫情爆发以来, 新冠病毒对代谢性疾病的影响研究刻不容缓。为此当前任何可以降低新冠病毒感染和死亡风险的公共卫生措施都具有十分重要的现实意义。

25(OH)D 是人体必需的微量元素, 在人体主要的储存和运输形式为 25(OH)D<sub>3</sub>, 能够良好维持机体稳定。近年来相关研究<sup>[12-14]</sup>表明, 机体较低的 25(OH)D 状态与代谢性疾病及呼吸道急性传染病的发生关系密切。Rhodes 等<sup>[15]</sup>研究发现, 25(OH)D 缺乏与 COVID-19 的严重程度存在潜在联系, 这种联系可能通过纬度、种族、细胞因子、ACE2 受体表达和血栓形成等途径来介导。既往研究<sup>[13]</sup>提示, 导致 COVID-19 的病毒株于 2019 年冬季在北半球进行传播, 与人体低 25(OH)D 水平状态可能具有相关性。低 25(OH)D 状态与 COVID-19 之间的关系在部分高危人群的体现更为明显。研究<sup>[15-16]</sup>表明, 年老、糖尿病、高血压和肥胖患者的 COVID-19 严重程度和死亡率较高。

2021 年在湖北省武汉市进行的一项回顾性横断面研究<sup>[17]</sup>发现, 335 例 COVID-19 患者血清 25(OH)D 平均水平显著低于未感染者, 且 25(OH)D 的缺乏程度与呼吸道疾病的危重程度呈正相关。25(OH)D 可能是通过细胞适应性免疫、细胞固有免疫和物理屏障这 3 种机制降低 COVID-19 病毒感染风险<sup>[18]</sup>。研

究<sup>[19]</sup>发现,对人类细胞中 COVID-19 靶标无偏差基因组进行跟踪,25(OH)D 是得分最高的抗感染分子之一。在蛋白靶点的 332 个基因中,25(OH)D 可以改变人类编码 COVID-19 其中 25% 基因的表达水平,可以干扰蛋白中 70% 的功能。

24 h UTP 是可以反应糖尿病患者肾脏损坏的临床指标<sup>[20]</sup>。杨丽弘等<sup>[12]</sup>发现,24 h UTP 与 25(OH)D 之间呈负相关,25(OH)D 可以稳定血糖水平、改善胰岛抵抗从而完成对患者的肾脏保护作用。这与本研究中 24 h UTP 和 25(OH)D 的相关性相契合。T2DM 患者在感染新型冠状病毒前后,24hUTP 与 25(OH)D 均呈负相关;有序多分类 Logistic 回归分析模型提示,24 h UTP 均为保护因素。戴加乐等<sup>[21]</sup>认为,25(OH)D 可以具有抑制肾素、改善肾小球滤过等功能,从而对肾脏具有保护作用;肾脏亦可被认为是 25(OH)D 作用的靶器官之一。

本研究有一定的局限性:①未设置非糖尿病组作为对照,不能明确非糖尿病患者 25(OH)D 水平与感染新型冠状病毒的关系。②本研究为回顾性研究,不能探索 25(OH)D 水平变化与糖尿病患者在感染新型冠状病毒前后病情轻重的关系。③本研究在中医院内展开,未考虑中医药内服、外治的使用对研究结果的影响。因此,将来需要开展更多设计更严谨的前瞻性研究以进一步探求。

#### 4 结论

感染新型冠状病毒对于 T2DM 患者 25(OH)D 水平波动具有一定影响。感染前后,25(OH)D 的缺乏与 T2DM 血糖达标程度均呈负相关。感染前后低水平的 24 h UTP 均是 25(OH)D 的保护因素,但感染后患者的 24 h UTP 较未感染患者显著升高。

#### 【参考文献】

- [1] BIELECKI M, PATEL D, HINKELBEIN J, *et al.* Air travel and COVID-19 prevention in the pandemic and peri-pandemic period: a narrative review[J]. *Travel Med Infect Dis*, 2021, 39: 101915.
- [2] BOUILLON R, MARCOCCI C, CARMELIET G, *et al.* Skeletal and extraskeletal actions of vitamin D: current evidence and outstanding questions[J]. *Endocr Rev*, 2019, 40(4): 1109-1151.
- [3] 唐燕玉,冯小玲,冯艳,等.老年 COPD 合并肺部感染患者肠道菌群分布及其与血清 IL-6、SAA、PCT 的相关性[J]. *中国实验诊断学*, 2022, 26(6): 816-819.
- [4] RAHMAN M M, HOSEN M B, FARUK M O, *et al.* Association of vitamin D and vitamin D binding protein(DBP) gene polymorphism with susceptibility of type 2 diabetes mellitus in Bangladesh[J]. *Gene*, 2017, 636: 42-47.
- [5] 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]. *中国实用内科杂志*, 2018, 10(1): 4-67.
- [6] 廖祥鹏,张增利,张红红,等.维生素 D 与成年人骨骼健康应用指南(2014 年标准版)[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(9): 1011-1030.
- [7] LI Y Z, TENG D, SHI X G, *et al.* Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross sectional study[J]. *BMJ*, 2020, 369: m997.
- [8] 杨文英.中国糖尿病的流行特点及变化趋势[J]. *中国科学:生命科学*, 2018, 48(8): 812-819.
- [9] SUN H, SAEEDI P, KARURANGA S, *et al.* IDF Diabetes Atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183: 109119.
- [10] GALBRAITH E, LI J, DEL RIO-VILAS V J, *et al.* In. To. COVID-19 socio-epidemiological co-causality[J]. *Sci Rep*, 2022, 12: 5831.
- [11] PAUL S K, SHAW J E, FENICI P, *et al.* Cardiorenal complications in young-onset type 2 diabetes compared between white Americans and African Americans[J]. *Diabetes Care*, 2022, 45(8): 1873-1881.
- [12] 杨丽弘,廖鑫,张哈,等.2 型糖尿病合并非酒精性脂肪肝肝纤维化与血清 25-羟维生素 D 水平的关系研究[J]. *中国糖尿病杂志*, 2018, 26(2): 117-122.
- [13] GRANT W B, LAHORE H, MCDONNELL S L, *et al.* Evidence that vitamin D supplementation could reduce risk of influenza and COVID-19 infections and deaths[J]. *Nutrients*, 2020, 12(4): 988.
- [14] AMREIN K, SCHERKL M, HOFFMANN M, *et al.* Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2020, 74(11): 1498-1513.
- [15] RHODES J M, SUBRAMANIAN S, LAIRD E, *et al.* Perspective: vitamin D deficiency and COVID-19 severity-plausibly linked by latitude, ethnicity, impacts on cytokines, ACE2 and thrombosis[J]. *J Intern Med*, 2021, 289(1): 97-115.
- [16] CDC COVID-19 RESPONSE TEAM. Severe outcomes among patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) - United States, February 12-March 16, 2020[J]. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2020, 69(12): 343-346.
- [17] LUO X, LIAO Q, SHEN Y, *et al.* Vitamin D deficiency is associated with COVID-19 incidence and disease severity in Chinese people[J]. *J Nutr*, 2021, 151(1): 98-103.
- [18] NURMINEN V, SEUTER S, CARLBERG C. Primary vitamin D target genes of human monocytes[J]. *Front Physiol*, 2019, 10: 194.
- [19] CUI C M, XU P F, LI G Y, *et al.* Vitamin D receptor activation regulates microglia polarization and oxidative stress in spontaneously hypertensive rats and angiotensin II-exposed microglial cells: role of renin-angiotensin system[J]. *Redox Biol*, 2019, 26: 101295.
- [20] FASELIS C, KATSIMARDOU A, IMPRIALOS K, *et al.* Microvascular complications of type 2 diabetes mellitus[J]. *Curr Vasc Pharmacol*, 2020, 18(2): 117-124.
- [21] 戴加乐,徐惠娟,王剑,等.补充维生素 D 对非酒精性脂肪肝患者胰岛素抵抗及炎症因子水平的影响观察[J]. *中国药师*, 2022, 25(3): 458-461.

(收稿日期:2024-07-23; 修回日期:2025-02-10; 编辑:王小菊)