

• 论 著 •

GA、HbA1c 及其比值在 T2DM 常见并发症中的应用价值研究*

郑盼盼¹, 刘赞朝¹, 张培², 杜蒙¹, 李蓉², 赵增毅^{1△}

1. 河北省糖尿病基础医学研究重点实验室, 河北石家庄 050000; 2. 石家庄市第二医院
糖尿病检查中心, 河北石家庄 050000

摘要:目的 探讨糖化清蛋白(GA)、GA 和糖化血红蛋白(HbA1c)比值(GA/HbA1c)与下肢痛性糖尿病周围神经病变及糖尿病足的关系。方法 选择 2021 年 1—9 月于石家庄市第二医院住院的 2 型糖尿病(T2DM)患者中随机选取单纯 T2DM 53 例、T2DM 合并下肢痛性周围神经病变(PDPN)56 例和 T2DM 合并糖尿病足(DF)52 例。比较组间一般资料及生化指标、血糖控制指标, 分析 GA、GA/HbA1c 比值与各项差异指标的相关性, 采用多因素 Logistic 回归分析 GA、GA/HbA1c 比值与 PDPN、DF 的关系。结果 组间年龄、病程、空腹血糖(FBG)、平均血糖(eAG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、载脂蛋白 A1(apoA1)、血红蛋白(Hb)、血细胞比容(HCT)、平均红细胞血红蛋白量(MCH)、超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、超氧化物歧化酶(SOD)、肌酐(Cr)、尿素氮(BUN)、GA、GA/HbA1c 比值差异有统计学意义($P < 0.05$)。组间 GA、GA/HbA1c 比值呈逐渐升高趋势($P < 0.05$)。不同 GA、GA/HbA1c 比值水平 DF 患病率差异有统计学意义, DF 患病率随 GA、GA/HbA1c 比值增大呈升高趋势($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析表明, 在调整了性别、年龄、体质质量指数(BMI)和病程等混杂因素后, GA 是 PDPN 发病的危险因素, GA、GA/HbA1c 比值是 DF 发病的危险因素。结论 GA、GA/HbA1c 比值检测对辅助诊断 PDPN、DF 具有重要价值。

关键词: 2 型糖尿病; 痛性糖尿病周围神经病变; 糖尿病足; 糖化清蛋白; 糖化血红蛋白

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2023.22.013

中图法分类号:R587.2

文章编号:1673-4130(2023)22-2757-05

文献标志码:A

Study on the application value of GA, HbA1c and their ratio in common complications of T2DM*

ZHENG Panpan¹, LIU Zanchao¹, ZHANG Pei², DU Meng¹, LI Rong², ZHAO Zengyi^{1△}

1. Hebei Provincial Key Laboratory of Basic Medicine for Diabetes, Shijiazhuang,
Hebei 050000, China; 2. Department of Diabetes Examination Centre, the
Second Hospital of Shijiazhuang, Shijiazhuang, hebei 050000, China

Abstract: Objective To investigate the relationship between glycosylated albumin (GA), GA and Glycated hemoglobin ratio (GA/HbA1c) and painful peripheral neuropathy in lower limbs of diabetes and Diabetic foot. **Methods** From January to September 2021, 53 patients with type 2 diabetes alone (T2DM), 56 patients with type T2DM combined with lower limb painful peripheral neuropathy (PDPN) and 52 patients with T2DM combined with Diabetic foot (DF) were randomly selected from the inpatients with type 2 diabetes in the Second Hospital of Shijiazhuang. Compare general data, biochemical indicators, and blood glucose control indicators between groups, analyze the correlation between GA, GA/HbA1c ratio, and various differential indicators, and use multiple factor logistic regression analysis to analyze the relationship between GA, GA/HbA1c ratio, PDPN, and DF. **Results** There were significant differences in age, course of disease, fasting blood glucose (FBG), mean blood glucose (eAG), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), apolipoprotein A1, hemoglobin (Hb), hematocrit (HCT), mean corpuscular hemoglobin (MCH), hypersensitive C-reactive protein (hs-CRP), superoxide dismutase (SOD), creatinine (Cr), Blood urea nitrogen (BUN), GA, GA/HbA1c ratio between groups, the difference were statistically significant ($P < 0.05$). GA and GA/HbA1c ratio increased gradually between groups, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). There were statistical differences in the incidence of DF among different levels of GA and GA/HbA1c ratio. The incidence of DF increases with the increase of GA or GA/HbA1c ratio, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Multivari-

* 基金项目: 河北省卫生健康委青年科技课题(20221655); 河北省重点研发计划项目(19277739D)。

作者简介: 郑盼盼, 女, 主管技师, 主要从事内分泌代谢病学方面的研究。△ 通信作者, E-mail: zyzhao202108@163.com。

ate logistic regression analysis showed that after adjusting for confounding factors such as gender, age, body mass index BMI, and course of disease, GA was a risk factor for the onset of PDPN, while GA and GA/HbA1c ratio were risk factors for the onset of DF. **Conclusion** The detection of GA and GA/HbA1c ratio is of great value in assisting the diagnosis of PDPN and DF.

Key words: type 2 diabetes mellitus; painful diabetic peripheral neuropathy; diabetic foot; glycated albumin; glycated hemoglobin

糖尿病被认为是严重影响人类健康的慢性难治性疾病^[1],作为常见病与多发病在我国发病率呈持续上升趋势^[2],其中约 90.0%糖尿病患者为 2 型糖尿病(T2DM)。糖尿病周围神经病变作为最常见的糖尿病慢性并发症之一,一旦发生则不可逆转,是导致糖尿病足(DF)的独立危险因素^[3],致残率高达 46.6%^[4],给患者和社会都造成巨大的经济负担。下肢痛性糖尿病周围神经病变(PDPN)是糖尿病周围神经病变的常见类型,与患者长期处于高血糖状态有关^[5]。糖尿病患者各种蛋白的糖基化程度较高,糖化血红蛋白(HbA1c)、糖化清蛋白(GA)两者反映不同时间段的血糖,在糖尿病的筛查及糖尿病相关并发症中受到越来越多的关注^[6]。GA/HbA1c 比值作为一个校正指标,与 T2DM 合并 PDPN 的发生有关^[7]。鲜有 GA 及 GA/HbA1c 比值对 PDPN 及 DF 关系的相关报道,故本文旨在探讨 T2DM 患者中 GA、GA/HbA1c 比值对 PDPN 的诊断价值及对 DF 的影响,以期为 PDPN 及 DF 的诊断和预防提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 1—9 月于石家庄市第二医院住院的 T2DM 患者 161 例为研究对象,其中男 102 例,女 59 例,年龄 18~93 岁,平均(60.68±13.98)岁,平均体质质量指数(BMI)为(25.79±3.11)kg。T2DM 和糖尿病周围神经病变的诊断标准参照《中国 2 型糖尿病防治指南》(2017 年版)^[8]。PDPN 的诊断标准为 T2DM 合并糖尿病周围神经病变,结合患者主诉和神经疼痛评估量表 4(DN4)评分 4 分及以上者。DF 的诊断标准参照《中国糖尿病足诊治指南》^[9]。排除标准:(1)甲状腺功能异常、免疫系统疾病;(2)合并急性感染;(3)妊娠、恶性肿瘤;(4)近期服用影响神经传导速度或激素类药物;(5)腿部外伤、下肢血管疾病;(6)研究所需资料缺项、漏项者。本研究

经本院伦理委员会批准同意,患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法 收集研究对象的年龄、性别、糖尿病病程(DC)、收缩压(SBP)及舒张压(DBP)等一般资料,检测身高、BMI。所有受试者禁食 8~10 h,次日清晨采集静脉血,采用美国迈瑞 BC-3000Plus 全自动血液细胞分析仪测定血红蛋白(Hb)、血细胞比容(HCT)、平均红细胞容积(MCV)、平均红细胞血红蛋白量(MCH)水平;采用美国贝克曼库尔特 AU5800 自动分析生化仪测定空腹血糖(FPG)、GA、平均血糖(eAG)、HbA1c、三酰甘油(TG)、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)、极低密度脂蛋白(VLDL)、载脂蛋白 A1(apoA1)、载脂蛋白 B(apoB)、超氧化物歧化酶(SOD)、尿酸(UA)、肌酐(Cr)、尿素氮(BUN)水平;采用日本东曹株式会社 HLC-723G8 全自动糖化血红蛋白分析仪测定 HbA1c 水平;采用免疫透射比浊法测定超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)水平。

1.3 统计学处理 采用 SPSS21.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较经正态性检验和方差齐性检验,符合正态分布的资料采用独立样本 *t* 检验,非正态分布的资料比较采用非参数 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数或百分率表示,采用 χ^2 检验。相关性分析采用 Spearman 相关性分析检验;影响因素分析采用多因素回归 Logistic 回归分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组一般资料及血生化指标比较 组间年龄、病程、FPG、eAG、HDL-C、apoA1、Hb、HCT、MCH、hs-CRP、SOD、Cr、BUN 水平比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),其中病程、eAG、Cr、BUN 水平呈逐渐升高趋势。见表 1。

表 1 各组一般临床生化指标检测结果比较(*n*/*n* 或 $\bar{x} \pm s$)

变量	T2DM(<i>n</i> =53)	T2DM-PDPN (<i>n</i> =56)	T2DM-DF (<i>n</i> =52)	<i>P</i>
性别(女/男)	24/29	21/35	14/38	0.052
年龄(年)	56.79±16.13	61.23±12.11	64.06±12.71	0.006
病程(年)	6.32±1.29	9.43±2.18	14.27±2.99	<0.001
BMI(kg/m ²)	25.32±2.89	26.38±3.72	25.62±2.51	0.093
SBP(mmHg)	127.94±16.52	132.70±16.20	135.46±21.28	0.093
DBP(mmHg)	81.08±11.06	83.95±11.56	76.94±9.91	0.005
FPG(mmol/L)	9.34±1.37	10.64±2.28	10.28±3.41	0.002

续表 1 各组一般临床生化指标检测结果比较(n/n 或 $\bar{x}\pm s$)

变量	T2DM($n=53$)	T2DM-PDPN ($n=56$)	T2DM-DF ($n=52$)	P
eAG(mmol/L)	11.70±3.46	12.39±3.55	13.92±4.26	0.024
HbA1c(%)	9.44±1.94	9.80±1.95	10.46±2.39	0.083
TG(mmol/L)	1.61±0.51	1.64±0.45	1.38±0.27	0.260
TC(mmol/L)	4.46±1.08	4.66±1.21	4.30±1.00	0.222
HDL-C(mmol/L)	1.14±0.35	1.21±0.31	1.00±0.28	0.001
LDL-C(mmol/L)	2.62±0.70	2.75±0.92	2.56±0.68	0.489
VLDL(mmol/L)	0.30±0.08	0.34±0.11	0.29±0.08	0.042
apoA1(g/L)	1.16±0.31	1.26±0.27	0.94±0.25	<0.001
apoB(g/L)	0.86±0.19	0.89±0.27	0.82±0.21	0.267
Hb(g/L)	140.04±22.84	145.39±17.15	115.10±21.90	<0.001
HCT(%)	38.88±7.72	39.98±4.22	33.33±5.96	<0.001
MCV(fL)	87.16±5.34	88.38±4.21	86.78±6.73	0.332
MCH(pg)	30.71±2.41	32.06±2.51	29.96±2.82	<0.001
hs-CRP(mg/L)	8.79±2.30	8.36±2.50	45.95±15.00	<0.001
SOD(U/mL)	197.08±49.94	206.54±20.52	132.91±38.94	<0.001
UA(μ mol/L)	307.81±100.24	279.78±78.74	274.01±89.18	0.529
Cr(μ mol/L)	70.91±21.46	71.12±17.98	87.32±28.10	0.032
BUN(mmol/L)	6.08±2.00	6.12±1.74	7.83±2.15	<0.001

2.2 3 组血糖控制指标的水平结果比较 组间 GA、GA/HbA1c 比值水平差异有统计学意义($P<0.05$)，且呈逐渐升高趋势。仅 T2DM 组与 DF 组的 HbA1c 水平比较差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3 Spearman 相关性分析血糖控制指标与其他差异指标的相关性 T2DM-PDPN + T2DM-DF 组患者 GA 与病程、FPG、eAG、hs-CRP 呈正相关，与 MCH、SOD 呈负相关($P<0.05$)。T2DM 组 GA 与 FPG、eAG、HDL-C、apoA1 呈正相关，与 BUN 呈负相关($P<0.05$)。两组患者中 GA 比值与 Hb、HCT、Cr 无相关性($P<0.05$)。T2DM-PDPN+T2DM-DF 组患者 GA/HbA1c 比值与 FPG、eAG、hs-CRP、BUN

呈正相关($P<0.05$)，与 Hb、HCT、MCH、SOD 呈负相关。T2DM 组 GA/HbA1c 比值与病程呈正相关($P<0.05$)。两组患者中 GA/HbA1c 比值与年龄、HDL-C、apoA1、Cr 无相关性($P>0.05$)。见表 3。

表 2 3 组血糖控制指标检测水平结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	HbA1c(%)	GA(mg/dL)	GA/HbA1c
T2DM 组	8.07±1.75	20.65±5.72	2.56±0.47
T2DM-PDPN 组	8.42±1.79	23.18±6.62*	2.80±0.57*
T2DM-DF 组	9.01±2.35*	28.00±11.10***#	3.04±0.62***#

注：与 T2DM 组比较，* $P<0.05$ 、** $P<0.01$ ；与 PDPN 组比较，# $P<0.05$ 、## $P<0.01$ 。

表 3 GA、GA/HbA1c 与其他临床差异指标的相关性

变量	T2DM ($n=53$)				T2DM-PDPN + T2DM-DF($n=108$)			
	GA		GA/HbA1c		GA		GA/HbA1c	
	r	P	r	P	r	P	r	P
年龄(岁)	-0.032	0.820	0.244	0.079	-0.075	0.440	0.005	0.959
病程(年)	0.102	0.471	0.318	0.021	0.203	0.035	0.179	0.068
FPG(mmol/L)	0.717	<0.001	0.160	0.252	0.571	<0.001	0.252	0.010
eAG(mmol/L)	0.753	<0.001	-0.051	0.716	0.783	<0.001	0.267	0.007
HDL-C(mmol/L)	0.300	0.029	-0.088	0.530	-0.027	0.782	0.010	0.921
apoA1(g/L)	0.292	0.034	-0.182	0.191	-0.164	0.089	-0.114	0.248
Hb(g/L)	0.157	0.262	-0.184	0.187	-0.126	0.195	-0.236	0.016
HCT(%)	0.081	0.565	-0.177	0.206	-0.117	0.228	-0.227	0.021
MCH(pg)	-0.058	0.678	-0.251	0.069	-0.301	0.002	-0.2231	0.023
hs-CRP(mg/L)	0.020	0.887	0.063	0.654	0.321	0.001	0.320	0.001
SOD(U/mL)	-0.087	0.613	-0.294	0.082	-0.470	<0.001	-0.462	<0.001
Cr(μ mol/L)	-0.234	0.092	-0.055	0.695	0.080	0.413	0.055	0.582
BUN(mmol/L)	-0.308	0.028	-0.103	0.474	0.183	0.058	0.204	0.038

2.4 不同 GA、GA/HbA1c 比值水平患者 DF 患病率比较 在每个 GA 三分位数内,DF 患病率差异有统计学意义($P=0.036$),随着 GA 的增加 DF 患病率逐渐升高(21%、32%、46%)。在每个 GA/HbA1c 比值三分位数内,DF 患病率差异有统计学意义($P=0.010$),随着 GA/HbA1c 比值的增加 DF 患病率逐渐升高(17%、33%、50%)。见图 1。

2.5 GA、GA/HbA1c 比值与 PDPN 及 DF 关系的多因素 Logistic 回归分析 校正性别和年龄后,GA 是 PDPN 发生的危险因素($P=0.007$, $OR=1.099$),即

使在调整 BMI、病程后,这种相关性仍然存在($P=0.028$, $OR=1.085$)。校正性别、年龄和 BMI 后,GA/HbA1c 比值是 PDPN 发生的危险因素($P=0.037$, $OR=2.439$),然而在调整病程后,这种相关性不存在($P=0.081$, $OR=2.123$)。校正性别和年龄后,GA、GA/HbA1c 比值是 DF 发生的危险因素, OR 分别为 1.112($P=0.001$)和 4.422($P=0.001$),即使在调整 BMI、病程后,这种显著相关性仍然存在($P=0.005$, $OR=1.098$ 和 $P=0.003$, $OR=4.193$)。见表 4。

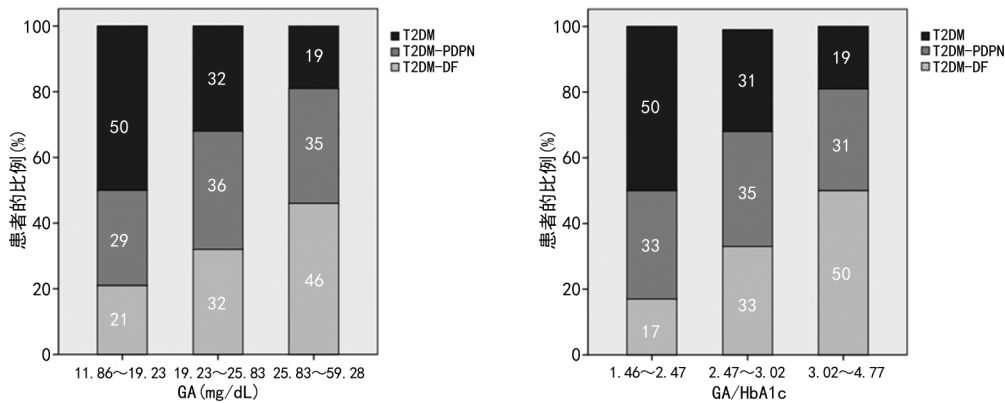


图 1 根据 GA、GA/HbA1c 水平对病情分级

表 4 GA、GA/HbA1c 比值与 PDPN 及 DF 的关系

组别	变量	模型 1		模型 2		模型 3	
		OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
PDPN	GA	1.099(1.026~1.177)	0.007	1.101(1.027~1.180)	0.007	1.085(1.009~1.166)	0.028
	GA/HbA1c	2.400(1.043~5.523)	0.039	2.439(1.054~5.647)	0.037	2.123(0.910~4.949)	0.081
DF	GA	1.112(1.045~1.183)	0.001	1.122(1.051~1.198)	0.001	1.098(1.028~1.172)	0.005
	GA/HbA1c	4.422(1.856~10.533)	0.001	4.846(1.987~11.820)	0.001	4.193(1.603~10.966)	0.003

注:模型 1 为调整性别和年龄;模型 2 为模型 1+BMI;模型 3 为模型 2+病程。

3 讨 论

PDPN 作为糖尿病周围神经病变较为常见的一种类型,其患者的生活质量明显降低,且致残率明显升高^[3]。研究表明糖尿病周围神经病变的发生发展与高血糖导致线粒体功能障碍、氧化应激和炎症,从而造成周围神经损伤有关^[10]。高血糖包括持续性和波动性高血糖,其中波动性高血糖比持续性高血糖对内皮细胞损害更为严重。故作为糖尿病血管及神经病变的独立危险因素,血糖波动的评价具有重要意义^[11-12]。

HbA1c 反映人体近 2~3 个月的 eAG^[12]。研究显示血糖波动与周围神经病变密切相关,且作用独立于 HbA1c 而存在^[13],有研究发现 PDPN 病变程度与血糖波动相关^[14]。GA 主要反映被测者受检测前 2~3 周的 eAG 水平,其与葡萄糖反应速度比 HbA1c 快 10 倍且半衰期更短,可更有效地反映短期内体内糖代

谢及血糖波动^[2,15]。此外,GA/HbA1c 比值也被报道为评估反映餐后血糖水平的有用指标且与血糖波动显著相关^[16],在一定程度上可反映血糖波动及胰岛 β 细胞功能,其比值越高提示血糖波动越大、胰岛 β 细胞功能越差^[7]。有学者认为血糖波动越大发生并发症的可能性越大^[14]。有研究报道 PDPN 患者存在明显的神经功能损伤,PDPN 患者神经传导速度异常与血糖波动有关^[3]。也有研究报道血糖波动与 T2DM 患者微血管并发症的发生密切相关,血糖波动幅度异常组 DF 的发生率显著高于正常组^[17]。本研究结果显示,与单纯 T2DM 患者相比,PDPN 患者 GA 及 GA/HbA1c 水平升高,DF 患者 GA 及 GA/HbA1c 水平明显升高,即随病情加重呈稳定升高趋势。同时随着 GA 及 GA/HbA1c 比值的升高,DF 的患病率也逐渐升高。提示 PDPN、DF 发生发展可能与短期的血糖波动尤其是餐后血糖波动关系密切。同时有研

究报道 GA 在短时间内随着血糖控制的突然改善或恶化而迅速波动,GA/HbA1c 比值随着血糖控制的改善而降低,随着血糖控制的恶化而升高^[18]。故为了预防 PDPN 的发生与发展,临床医生在工作中不仅要实现患者血糖控制达标,还应做好血糖监测、加强血糖波动管理。

糖尿病并发症的“共同机制学说”认为,高血糖诱发的氧化应激产物是所有糖尿病慢性并发症的共同致病基础^[19]。DF 的发病机制目前研究公认的有周围神经病变以及在周围神经病变基础上的感染、氧化应激等^[20]。hs-CRP 在急性时相反应中变化最显著、最敏感,与感染、炎症的活动性关系密切。SOD 是体内氧自由基的清除剂,反映机体抗氧化应激的能力。本研究 Spearman 相关性分析结果显示,T2DM 合并下肢病变患者中 GA 及 GA/HbA1c 与 FPG、eAG、MCH、hs-CRP、SOD 相关($P < 0.05$),提示 T2DM 合并 DF 或下肢 PDPN 患者糖代谢、炎症反应及抗氧化应激异常与血糖波动有关。与血糖波动较大的患者长期处于慢性炎症与高氧化应激反应状态,血糖波动幅度较大可加剧患者内皮细胞氧化应激、促炎症因子表达的报道相似^[21]。本研究多因素 Logistic 回归分析显示,GA 与 T2DM 发生 PDPN、DF 相关,GA/HbA1c 比值与 T2DM 发生 DF 相关,即使在调整了性别、年龄、BMI 和病程等因素后,这种相关性仍然存在。提示 GA 及 GA/HbA1c 比值可能与 PDPN 有关,且是发生 DF 的独立危险因素。

综上所述,与 HbA1c 相比,临床工作中通过早期监测 GA 及 GA/HbA1c,做好血糖监测可能有利于下肢 PDPN、DF 的早期发现。本研究为回顾性研究且样本量较小,需要一项前瞻性研究检验 GA 及 GA/HbA1c 比值作为 T2DM 合并 DF 预测因子的有效性。

参考文献

- [1] 卢亚男,孙志新,刘丽俊,等. GA 及 GA/HbA1c 比值在诊断糖尿病肾病中的临床价值[J]. 重庆医学,2018,47(29):3788-3791.
- [2] 张俊玮. 糖尿病筛查中 GA 及 HbA1c 联合检测的应用价值分析[J]. 中国医学创新,2021,18(22):131-134.
- [3] 陈邢玉,董非斐. 血糖变异性参数与痛性糖尿病周围神经病变的相关性[J]. 检验医学,2021,36(3):285-291.
- [4] 刘芳. 糖尿病足与周围神经病变[J]. 糖尿病天地(临床),2015,9(5):247-251.
- [5] 康暄,张延红,王蒙,等. 痛性糖尿病周围神经病变患病率及影响因素的 meta 分析[J]. 护理实践与研究,2022,19(3):363-370.
- [6] 卢亚男,刘丽俊,李伟. GA/HbA1c 比值与 2 型糖尿病合并非酒精性脂肪肝相关[J]. 基础医学与临床,2020,40(12):1636-1639.
- [7] 石敏,邹健,李乔岳,等. 2 型糖尿病患者糖化清蛋白和糖化血红蛋白比值与周围神经病变相关性研究[J]. 陕西医学杂志,2020,49(12):1557-1560.
- [8] 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,2018,38(4):292-344.
- [9] 中国医疗保健国际交流促进会糖尿病足分会. 中国糖尿病足诊治指南[J]. 中华医学杂志,2017,97(4):251-258.
- [10] HIYAMA H, YANO Y, SO K, et al. TRPA1 sensitization during diabetic vascular impairment contributes to cold hypersensitivity in a mouse model of painful diabetic peripheral neuropathy[J]. Mol Pain,2018,14:2070 373708.
- [11] 潘幸,蔡丽娟,谢勇丽,等. 血糖波动与糖尿病足患者免疫功能改变的相关性研究[J]. 医学信息,2021,34(13):84-87.
- [12] 王艳华,李成,鄢碧珠. GA/HbA1c 比值与 2 型糖尿病周围神经病变相关性研究[J]. 中国实用神经疾病杂志,2020,23(10):829-832.
- [13] XU F, ZHAO L H, SU J B, et al. The relationship between glycemic variability and diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes with well-controlled HbA1c[J]. Diabetol Metab Syndr,2014,6(1):139.
- [14] 韩听,张海生. 血糖波动与糖尿病并发症的关系[J]. 湖北中医杂志,2018,40(10):53-54.
- [15] JUNG C H, LEE B, CHOI D H, et al. Association of grade of non-alcoholic fatty liver disease and glycated albumin to glycated hemoglobin ratio in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetes Res Clin Pract,2017,125:53-61.
- [16] HUH J H, KIM K J, LEE B W, et al. The relationship between BMI and glycated albumin to glycated hemoglobin (GA/A1c) ratio according to glucose tolerance status [J]. PLoS One,2014,9(2):e89478.
- [17] 宋丹,左秀玲,刘爽. 血糖波动在评估 2 型糖尿病微血管并发症中的临床价值[J]. 保健医学研究与实践,2021,18(5):102-106.
- [18] Umayahara Y, Fujita Y, Watanabe H, et al. Association of glycated albumin to HbA1c ratio with diabetic retinopathy but not diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes[J]. Clin Biochem,2017,50(6):270-273.
- [19] Thakur P, Kumar A, Kumar A. Targeting oxidative stress through antioxidants in diabetes mellitus[J]. J Drug Target,2018,26(9):766-776.
- [20] 何元旭,何志军,刘涛,等. 糖尿病足发病机制研究进展[J]. 河南中医,2020,40(10):1614-1617.
- [21] 裴薇,丁娇. 老年早期 2 型糖尿病肾病患者血糖波动与氧化应激、炎症及单核细胞自噬的相关性研究[J]. 中国老年保健医学,2021,19(4):48-51.