

引用本文:方琼蕾,胡竞成,吴梦娇,等.住院2型糖尿病病人血糖波动异常与身体成分的相关性[J].安徽医药, 2023, 27(11):2166-2170.DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2023.11.010.

◇临床医学◇



住院2型糖尿病病人血糖波动异常与身体成分的相关性

方琼蕾,胡竞成,吴梦娇,马紫珺,杜宣,施毕旻

作者单位:苏州大学附属第一医院内分泌科,江苏 苏州 215000

通信作者:杜宣,女,副主任医师,硕士生导师,研究方向为代谢(肥胖、糖尿病)和免疫,Email:cathy-dx0630@163.com

基金项目:国家重点研发计划“发育编程及其代谢调节”重点专项项目(2019YFA0802400)

摘要: **目的** 探讨2型糖尿病病人血糖波动指数平均血糖波动幅度(MAGE)、血糖水平标准差(SDBG)与身体成分组分[体脂肪百分比、内脏脂肪面积(VFA)、骨骼肌含量(SMM)、细胞外水分等]的相关性。**方法** 收集2018年6月至2019年12月在苏州大学附属第一医院内分泌科住院治疗的2型糖尿病病人189例(年龄范围为23~82岁;男113例,女76例),维持原降糖方案,分为正常血糖波动组116例(MAGE<3.9 mmol/L)和异常血糖波动组73例(MAGE≥3.9 mmol/L),比较两组临床资料,分析MAGE、SDBG与VFA、SMM等组分的关系。**结果** 正常血糖波动组的体脂肪百分比[(38.5±4.5)%比(31.9±3.9)%]、VFA和SMM高于异常血糖波动组($P<0.05$);Spearman相关分析结果表明,VFA和SMM分别与MAGE、SDBG呈负相关($P<0.01$);分别以MAGE、SDBG为因变量,多重线性回归结果显示VFA是MAGE、SDBG的独立影响因素,随着VFA的增加,MAGE、SDBG逐渐降低($P<0.05$);二元logistic回归结果显示VFA是2型糖尿病病人血糖波动异常发生的独立保护因素($P<0.05$);而SMM不是血糖波动的独立影响因素($P>0.05$)。**结论** 内脏脂肪面积可能是2型糖尿病病人发生血糖波动的独立保护因素。

关键词: 糖尿病,2型; 身体成分; 内脏脂肪面积; 骨骼肌质量; 平均血糖波动幅度

Correlation between abnormal glucose fluctuation index and body composition in hospitalized patients with type 2 diabetes mellitus

FANG Qionglei,HU Jingcheng,WU Mengjiao,MA Zijun,DU Xuan,SHI Bimin

Author Affiliation:Department of Endocrinology,The First Affiliated Hospital of Soochow University,Suzhou,Jiangsu 215000,China

Abstract: **Objective** To investigate the correlation between blood glucose fluctuation index (MAGE), standard deviation of blood glucose level (SDBG), and body composition [percentage of body fat, visceral fat area (VFA), skeletal muscle mass (SMM) extracellular water content, etc] in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM).**Methods** Total of 189 T2DM patients (age ranging from 23 to 82 years old, 113 male and 76 female) admitted to the Department of Endocrinology of The First Affiliated Hospital of Suzhou University from June 2018 to December 2019 were enrolled in this study. Patients treated with the previous hypoglycemic agents, T2DM patients were assigned into normal glucose fluctuation group ($n=116$, MAGE<3.9 mmol/L) and abnormal glucose fluctuation group ($n=73$, MAGE≥3.9 mmol/L). The clinical data were collected and compared among the two groups, and the relationship between MAGE, SDBG, VFA and SMM were analyzed.**Results** The percentage of body fat [(38.5±4.5)% vs. (31.9±3.9)%], VFA and SMM in normal glucose fluctuation group were higher than those in abnormal glucose fluctuation group ($P<0.05$). Spearman analysis showed that VFA and SMM were negatively correlated with MAGE and SDBG, respectively ($P<0.01$). Successively using MAGE and SDBG as dependent variables, the multiple linear regression results showed that VFA was an independent influential factor of MAGE and SDBG, and MAGE and SDBG gradually decreased with the increase of VFA ($P<0.05$). Binary logistic regression showed that VFA was independent protective factor for abnormal glucose fluctuation index in type 2 diabetes patients ($P<0.05$).**Conclusion** Visceral fat area may be an independent protective factor for blood glucose fluctuation in T2DM patients.

Key words: Diabetes mellitus,type 2; Body composition; Visceral fat areal; Skeletal muscle mass; Mean amplitude of plasma glucose excursions

连续血糖监测(CGM)数据表明,与糖耐量正常的健康人相比,2型糖尿病病人血糖波动显著增加^[1],血糖波动的异常是各类因素调节紊乱的结果,其中胰岛β细胞分泌的胰岛素发挥关键作用,同时

饮食、运动和降糖药物等因素也参与其中^[2]。血糖的异常波动与糖尿病并发症的发生发展密切相关,因此关注血糖波动俨然成为糖尿病血糖管理的重要内容,探索血糖异常波动的影响因素对延缓2型

糖尿病病人其并发症的发生发展具有重要作用^[3]。

身体成分主要由脂肪、蛋白质、无机盐和水分组成。有研究报道,内脏脂肪含量是非裔美国肥胖女性发生糖耐量受损的独立影响因素^[4],且2型糖尿病病人较血糖正常人群更容易发生肌肉力量和功能减退^[5],因此,内脏脂肪和骨骼肌含量等身体成分因素可能均在血糖代谢和胰岛素抵抗过程中发挥重要作用。在非糖尿病人群中,Klimontov^[6]研究发现内脏脂肪含量是平均血糖波动幅度(MAGE)和血糖水平标准差(SDBG)的独立影响因素,但目前尚无2型糖尿病人群中相关报道。因此,本研究拟探讨住院2型糖尿病病人血糖波动与身体成分中内脏脂肪面积(VFA)、骨骼肌含量(SMM)的潜在关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2018年6月至2019年12月在苏州大学附属第一医院内分泌科189例住院就诊的2型糖尿病(T2DM)病人临床资料,其中男性113例,女性76例,符合1999年WHO糖尿病诊断标准,近3个月降糖方案保持稳定不变。排除标准:1型糖尿病、特殊类型糖尿病、妊娠糖尿病以及糖尿病合并急性并发症、严重肝肾功能不全、恶性肿瘤、近期有激素类药物使用史、自身免疫性疾病,甲状腺功能亢进/减退等其他内分泌疾病病人,妊娠期妇女。本研究获得苏州大学附属第一医院伦理委员会批准(批号:伦研批第96号),所有研究对象均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 一般资料采集 所有受试者记录性别、年龄、病程,穿单衣单裤,脱鞋袜,量身高、体质量、腰围,计算身体质量指数(BMI)。使用直接节段多频率生物电阻抗(DSM-BIA)设备(Inbody770,拜斯倍斯医疗器械有限公司,上海,中国)收集体脂肪百分比、VFA、SMM、细胞外水分比等。收集病人用药记录及糖尿病并发症诊断资料。根据2017年发布的《糖尿病病人血糖波动管理专家共识》^[7],MAGE<3.9 mmol/L作为正常血糖波动的参考标准,分为正常血糖波动组和异常血糖波动组。

1.2.2 临床生化指标检测 受试者均禁食12 h,次日晨空腹采集外周血,分别用于检测临床生化指标(全自动7600生化分析仪,日本Hitachi公司),包括空腹血糖(FPG)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、尿酸(UA)等;糖化血红蛋白(HbA1c)使用日本Tosoh公司HLC-723G8高压液相色谱法检测;空腹C肽(FCP)采用电化学发光免疫分析法(AIA-2000ST,日本Tosoh公司)检测。使用FCP替代血清

胰岛素改良稳态模型(HOMA)计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR) $HOMA-IR=1.5+FBG \times FCP/2800$,胰岛素分泌指数(HOMA- β) $HOMA-\beta=0.27 \times FCP/(FBG-3.5)$ ^[8]。

1.2.3 CGM 病人入院后维持原降糖方案,行标准化糖尿病饮食,均参加科内每日两次的适量体育锻炼。使用动态血糖监测系统(CGMS,美国Medtronic MiniMed公司)连续72 h记录受试者皮下组织间液葡萄糖水平,监测范围为2.2~22.2 mmol/L。每24小时可记录288个连续感应值。采用血糖仪每天测定4次指尖末梢血糖水平进行校准。72 h监测结束后,计算MAGE和SDBG。

1.2.4 血糖波动参数的评估 采用CGM检测结果计算得到:(1)MAGE,筛选24 h内波动幅度大于1个血糖标准差的有效血糖波动,MAGE为所有有效血糖波动幅度的平均值;(2)SDBG,为24 h内多点偏离平均血糖水平的标准差^[9]。

1.3 统计方法 采用SPSS 24.0统计软件进行数据统计。采用Kolmogorov-Smirnov检验对连续变量进行正态检验,正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验。偏态分布的计量资料以中位数(第25、第75百分位数),即 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料使用 χ^2 检验进行组间比较。采用Spearman相关检验VFA、SMM与MAGE、SDBG的相关性。采用多重线性回归分析MAGE、SDBG与VFA、SMM的关系,二元logistic回归分析MAGE与VFA的关系。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较 两组病程、FBG、HbA1c、TG、TC、LDL-C、细胞外水分比较,均差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组间年龄、体质量、BMI、腰围、UA、HDL-C、HOMA-IR、HOMA- β 、VFA和SMM比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

2.2 VFA与血糖波动指标的相关性分析 Spearman相关分析结果表明,VFA分别与MAGE($r = -0.25, P = 0.001$)、SDBG($r_s = 0.25, P < 0.001$)呈负相关。见图1。

2.3 SMM与血糖波动指标的相关性分析 Spearman相关分析结果表明,SMM与MAGE、SDBG呈负相关(r_s 分别为-0.22, -0.23, P 分别为0.002, 0.001)。见图2。

2.4 多重线性逐步回归分析MAGE、SDBG与VFA的关系 分别以MAGE、SDBG为因变量,行多重线性逐步回归,结果显示VFA是MAGE、SDBG的影响因素。随着VFA的增加,MAGE逐渐减小(模

表1 2型糖尿病 189例一般临床资料比较

临床资料	正常血糖波动组 (n=116)	异常血糖波动组 (n=73)	t(χ²)[Z]值	P值
例数(男/女)/例	116(73/43)	73(40/33)	(1.23)	0.288
年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	56.5±13.7	61.3±12.5	-2.28	0.018
病程/[年, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	10.0(4.2, 15.7)	10.0(5.0, 18.0)	[-1.48]	0.116
体质量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	68.1±14.2	60.4±10.6	4.27	0.006
BMI/(kg/m², $\bar{x} \pm s$)	24.6±4.3	23.0±3.6	2.61	0.010
腰围/(cm, $\bar{x} \pm s$)	90.6±10.3	87.3±9.9	2.18	0.029
UA/(μmol/L, $\bar{x} \pm s$)	341.4±98.8	307.4±100.3	2.21	0.024
FPG/[mmol/L, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	5.7(5.0, 6.8)	5.1(3.9, 6.8)	[-1.53]	0.081
HbA1c/[%, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	7.9(6.6, 9.9)	8.1(7.1, 9.3)	[-0.65]	0.613
TG/[mmol/L, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	1.5(0.9, 2.1)	1.35(0.8, 1.8)	[-1.49]	0.089
TC/[mmol/L, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	4.4(3.6, 4.9)	4.4(3.6, 5.0)	[-0.07]	0.955
LDL-C/[mmol/L, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	2.5(1.9, 3.1)	2.4(1.7, 2.9)	[-1.31]	0.192
HDL-C/[mmol/L, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	0.9(0.8, 1.1)	1.0(0.9, 1.3)	[-2.22]	0.028
HOMA-IR/M(P ₂₅ , P ₇₅)	4.2(2.7, 5.1)	3.6(2.2, 4.3)	[-2.27]	0.037
HOMA-β/M(P ₂₅ , P ₇₅)	56.9(29.7, 88.5)	26.4(14.5, 36.7)	[-9.88]	<0.001
体脂百分比/(%, $\bar{x} \pm s$)	38.5±4.5	31.9±3.9	1.81	0.025
内脏脂肪面积/[cm², M(P ₂₅ , P ₇₅)]	83.4(67.4, 109.4)	68.2(56.7, 98.4)	[-2.64]	0.011
骨骼肌质量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	26.7±5.5	24.08±4.63	3.39	0.008
细胞外水分比/[%, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	0.4(0.3, 0.4)	0.4(0.3, 0.4)	[-2.37]	0.251
口服药物占比/%	57.8	32.4	(12.65)	<0.001
胰岛素占比/%	42.2	67.6	(12.60)	<0.001
大血管病变占比/%	60.3	79.4	(8.52)	0.005
微血管病变占比/%	18.1	17.8	(<0.01)	0.990
周围神经病变占比/%	64.9	69.9	(0.57)	0.546
MAGE/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.43±0.92	5.77±1.46	-17.52	<0.001
SDBG/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.24±0.39	2.33±0.55	-14.80	<0.001

注: BMI为身体质量指数, UA为尿酸, FPG为空腹血糖, HbA1c为糖化血红蛋白, FCP为空腹C肽, P2CP为餐后2h C肽, TG为三酰甘油, TC为总胆固醇, LDL-C为低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C为高密度脂蛋白胆固醇。HOMA-IR为胰岛素抵抗指数, HOMA-β为胰岛素分泌指数。口服药物占比为使用单纯1-4种口服降糖药物病人占比, 胰岛素占比为使用长效胰岛素、预混胰岛素、长效联合短效胰岛素病人占比, 大血管病变占比为糖尿病周围血管病变及心、脑血管病变病人占比, 微血管病变占比为糖尿病肾病、糖尿病视网膜病变病人占比, 周围神经病变占比为糖尿病周围神经病变病人占比。

型1, β=-0.24, P=0.001); 依次调整年龄、病程、细胞外水分比、骨骼肌质量、BMI、腰围、TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA、FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA-β后显示, VFA与MAGE仍相关(模型5, β=-0.39, P=0.01); 随着VFA的增加, SDBG逐渐降低(模型1, β=-0.26, P<0.001); 依次调整年龄、病程、细胞外水分比、骨骼肌质量、BMI、腰围、TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA、FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA-β后显示, VFA与SDBG仍显著相关(模型5, β=-0.32, P=0.033)。见表2。

2.5 多重线性逐步回归分析 MAGE、SDBG 与 SMM 的关系 分别以 MAGE、SDBG 为因变量, 行多重线性逐步回归分析, 结果显示 SMM 不是 MAGE、SDBG 的独立影响因素。随着 SMM 的增加, MAGE 逐渐减小(模型1, β=-0.22, P=0.003); 依次调整年龄、病程、细胞外水分比、VFA、BMI、腰围、TC、

LDL-C、TG、HDL-C、UA、FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA-β后显示, SMM与MAGE无相关性(模型5, β=-0.21, P=0.069); 随着SMM的增加, SDBG逐渐降低(模型1, β=-0.23, P=0.001); 依次调整年龄、病程、细胞外水分比、VFA、BMI、腰围、TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA、FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA-β后显示, SMM与SDBG无相关性。(模型5, β=-0.19, P=0.101)。见表3。

2.6 二元 logistic 逐步回归分析 MAGE 与 VFA 的关系 二元 logistic 逐步回归结果显示高 VFA 是血糖波动异常发生的独立保护因素。随着 VFA 的增加, MAGE 逐渐减小[模型1, OR=0.99, OR的95%CI: (0.98, 1.00), P=0.013]; 依次调整年龄、病程、细胞外水分比、TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA、FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA-β、BMI、腰围、SMM后显示, VFA与血糖波动异常发生仍显著相关[模型5, OR=0.98,

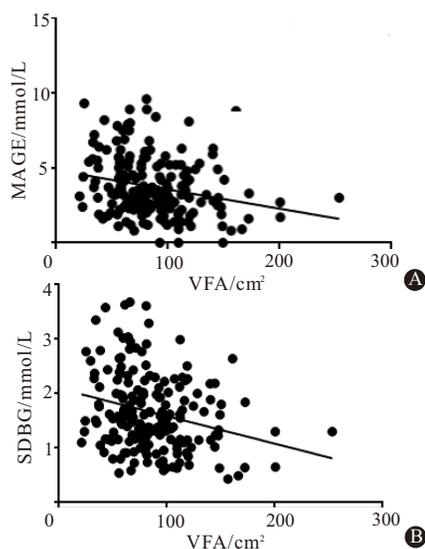


图1 VFA与血糖波动指标的相关分析:A为VFA与MAGE呈负相关;B为VFA与SDBG呈负相关

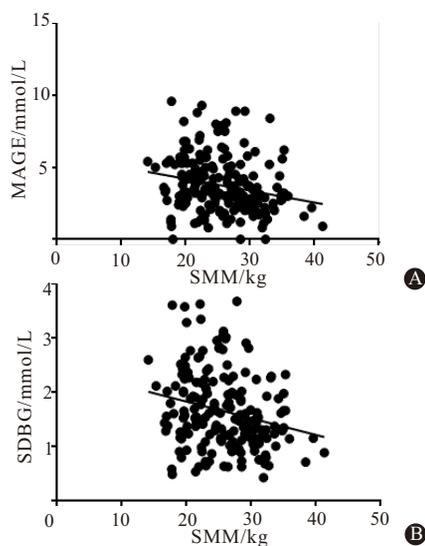


图2 SMM与血糖波动指标的相关分析:A为SMM与MAGE呈负相关;B为SMM与SDBG呈负相关

OR的95%CI:(0.97,1.00), $P=0.039$ 。见表4。

3 讨论

身体成分包括身体内各种成分含量,如骨骼、肌肉、脂肪、矿物质和水等。已有研究报道,2型糖尿病病人的瘦身体质量含量、躯干及四肢瘦身体质量含量均是HbA1c的独立影响因素^[10],目前对于身体成分与血糖波动潜在的关系尚未明确。本研究就住院T2DM病人身体成分与血糖波动指标关系的分析结果显示:(1)较正常血糖波动组,血糖波动幅度较大的2型糖尿病病人胰岛功能相对较差,内脏脂肪面积和骨骼肌质量水平偏低;(2)相关分析结果提示内脏脂肪面积与MAGE、SDBG呈负相关;多元线性回归分析显示VFA分别是与MAGE和SDBG的独立影响因素,且二元logistic逐步回归结果显示高VFA是血糖波动异常发生的独立保护因素,而骨

表2 多元线性回归分析MAGE、SDBG与VFA的关系

变量	B值	β 值	t 值	P 值	B的95%CI
MAGE					
Model 1	-0.013	-0.24	-3.27	0.001	(-0.021, 0.005)
Model 2	-0.011	-0.19	-2.68	0.008	(-0.018, 0.003)
Model 3	-0.026	-0.48	-3.30	0.001	(-0.042, -0.011)
Model 4	-0.023	-0.43	-2.96	0.004	(-0.039, -0.008)
Model 5	-0.021	-0.39	-2.59	0.010	(-0.037, 0.005)
SDBG					
Model 1	0.005	-0.26	-3.67	<0.001	(-0.008, 0.002)
Model 2	0.004	-0.21	-2.98	0.003	(-0.007, 0.001)
Model 3	-0.007	-0.36	-2.50	0.013	(-0.012, 0.001)
Model 4	-0.006	-0.32	-2.25	0.026	(-0.021, 0.001)
Model 5	-0.006	-0.32	-2.15	0.033	(-0.012, 0.001)

注:Model 1为无校正,Model 2为校正年龄、病程、细胞外水分子、SM,Model 3为校正Model 2+BMI、腰围,Model 4为校正Model 3+TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA,Model 5为校正Model 4+FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA- β 。

表3 多元线性回归分析MAGE、SDBG与SMM的关系

变量	B值	β 值	t 值	P 值	B的95%CI
MAGE					
Model 1	-0.08	-0.22	-3.06	0.003	(-0.135, -0.029)
Model 2	-0.05	-0.13	-1.67	0.096	(-0.104, 0.009)
Model 3	-0.11	-0.30	-2.83	0.005	(-0.194, -0.035)
Model 4	-0.09	-0.24	-2.28	0.024	(-0.170, -0.012)
Model 5	-0.08	-0.21	-1.83	0.069	(-0.165, 0.006)
SDBG					
Model 1	-0.03	-0.23	-3.23	0.001	(-0.050, -0.012)
Model 2	-0.02	-0.13	-1.72	0.086	(-0.037, 0.002)
Model 3	-0.03	-0.23	-2.19	0.030	(-0.059, 0.003)
Model 4	-0.02	-0.18	-1.68	0.095	(-0.051, 0.004)
Model 5	-0.02	-0.19	-1.65	0.101	(-0.054, 0.005)

注:Model 1为无校正,Model 2为校正年龄、病程、细胞外水分子、VFA,Model 3为校正Model 2+BMI、腰围,Model 4为校正Model 3+TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA,Model 5为校正Model 4+FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA- β 。

表4 二元logistic回归分析MAGE与VFA的关系

模型	B值	SE值	Wald χ^2 值	P 值	OR值	OR的95%CI
Model 1	-0.01	<0.01	6.23	0.013	0.99	(0.98, 1.00)
Model 2	-0.01	<0.01	5.15	0.023	0.99	(0.98, 1.00)
Model 3	-0.01	<0.01	2.36	0.125	0.99	(0.98, 1.00)
Model 4	-0.01	<0.01	1.68	0.195	0.99	(0.98, 1.00)
Model 5	-0.02	0.10	3.93	0.039	0.98	(0.97, 1.00)

注:Model 1为无校正,Model 2为校正年龄、病程、细胞外水分子,Model 3为校正Model 2+TC、LDL-C、TG、HDL-C、UA,Model 4为校正Model 3+FPG、HbA1c、HOMA-IR、HOMA- β ,Model 5为校正Model 4+BMI、腰围、SMM。

骼肌含量不是MAGE和SDBG的独立影响因素,揭示2型糖尿病病人的血糖波动与内脏脂肪含量密切

相关。

本研究结果显示,内脏脂肪面积是血糖波动的影响因素,证实内脏脂肪面积与血糖波动密切相关,与既往结果研究一致^[11]。CGM 专家共识指出, MAGE 和 SDBG 是评估血糖波动的重要指标^[12]。血糖的变异性增加与低血糖的发生风险、糖尿病并发症的发生密切相关,有研究发现其潜在的机制可能因胰岛 β 细胞的功能障碍所引起,而通过改善糖尿病病人病程初期胰岛 β 细胞功能,可以显著降低血糖的变异性^[13-14];也有研究结果显示, HOMA-IR 与血糖波动指标呈负相关^[15],胰岛素抵抗在 2 型糖尿病的发生、发展过程中发挥重要的作用。发生胰岛素抵抗的糖尿病病人胰岛素敏感性下降^[16],可降低血糖波动幅度。胰岛素促进血糖波动异常可以通过增加胰岛素抵抗来减轻,而内脏脂肪面积的增加参与胰岛素抵抗的发生机制^[17-18]。因此,胰岛 β 细胞功能和胰岛素抵抗也许是参与内脏脂肪面积调节 2 型糖尿病病人血糖波动指标的潜在因素。

适量的内脏脂肪含量是人体所必需,内脏脂肪围绕腹内脏器,对肝、肾、脾脏等起到支撑、稳定和保护的作。但是长期内脏脂肪含量增加必然会导致严重的代谢疾病^[19]。本文发现经过多因素校正后,内脏脂肪面积对血糖波动参数的负相关性仍然存在且差异有统计学意义,提示其对血糖波动的保护作用可独立于胰岛素抵抗、胰岛功能、病程、糖脂代谢指标而存在,故笔者考虑维持适量的内脏脂肪面积对减轻血糖波动有着独特意义,但是其适量的切点仍需收集大样本数据进一步统计分析,且其背后的机制有待进一步探索。

目前关于血糖波动与身体成分的相关性研究较少,本研究结果提示骨骼肌质量不是血糖波动指数的影响因素,而内脏脂肪面积是血糖波动的独立影响因素。因此,调整生活方式和选择降糖药物在控制血糖的同时,可以兼顾其对身体成分组成的影响从而达到减少血糖波动的目的。笔者还将继续探讨躯干骨骼肌含量和四肢骨骼肌含量对血糖波动的影响,探索身体成分对血糖波动的影响和机制。

参考文献

- [1] KLIMONTOV VV, MYAKINA NE. Glucose variability indices predict the episodes of nocturnal hypoglycemia in elderly type 2 diabetic patients treated with insulin[J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2017, 11(2):119-124.
- [2] UEMURA F, OKADA Y, TORIMOTO K, et al. Relation between hypoglycemia and glycemic variability in type 2 diabetes patients with insulin therapy: a study based on continuous glucose monitoring[J]. *Diabetes Technol Ther*, 2018, 20(2): 140-146.
- [3] SUN B, LUO ZY, ZHOU JC. Comprehensive elaboration of glycemic variability in diabetic macrovascular and microvascular complications[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2021, 20(1):9.
- [4] BI X, SEABOLT L, SHIBAO C, et al. DXA-measured visceral adipose tissue predicts impaired glucose tolerance and metabolic syndrome in obese Caucasian and African-American women[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2015, 69(3):329-336.
- [5] 吴梦娇,陈超,周颖异,等.血清铁蛋白在中老年男性 2 型糖尿病合并肌少症患者中的变化及意义[J]. *中华糖尿病杂志*, 2020, 12(7):530-534.
- [6] KLIMONTOV VV, SEMENOVA JF. Glucose variability in subjects with normal glucose tolerance: relations with body composition, insulin secretion and sensitivity[J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2022, 16(1):102387. DOI: 10.1016/j.dsx.2022.102387.
- [7] 中华医学会内分泌学分会.糖尿病患者血糖波动管理专家共识[J]. *药品评价*, 2017, 14(17):5-14.
- [8] 胡竟成,朱燕,周颖异,等.新诊断 2 型糖尿病患者外周血 OX40⁺Tfh 细胞与胰岛素抵抗的相关性研究[J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(8):793-798.
- [9] SHIVAPRASAD C, AISWARYA Y, KEJAL S, et al. Comparison of CGM-derived measures of glycemic variability between pancreatogenic diabetes and type 2 diabetes mellitus[J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2021, 15(1):134-140.
- [10] 朱楠楠,刘宇翔,王姗姗,等.2 型糖尿病患者血糖控制水平与身体成分的相关性研究[J]. *中国糖尿病杂志*, 2019, 27(3):194-197.
- [11] WANG J, YAN R, WEN J, et al. Association of lower body mass index with increased glycemic variability in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: a cross-sectional study in China[J]. *Oncotarget*, 2017, 8(42):73133-73143.
- [12] BATTELINO T, BERGENSTAL RM, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range[J]. *Diabetes Care*, 2019, 42(8):1593-1603.
- [13] RODBARD D. Glucose variability: a review of clinical applications and research developments[J]. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 2018, 20(S2):S25-S215.
- [14] CHEN Y, HE D, YANG T, et al. Relationship between body composition indicators and risk of type 2 diabetes mellitus in Chinese adults[J]. *BMC public health*, 2020, 20(1): 452.
- [15] 王斌,王幼辉,吴深涛. 2 型糖尿病患者胰岛功能与血糖波动的相关性研究[J]. *安徽医科大学学报*, 2019, 54(8):1258-1262.
- [16] 董天慧,孙建梅,姚舜,等.波动性高糖对糖尿病视网膜病变的作用研究进展[J]. *安徽医药*, 2019, 23(8):1485-1488.
- [17] YOUSSEF S, NELDER M, SUN G. The association of upper body obesity with insulin resistance in the newfoundland population[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(11):5858.
- [18] 刘君,杨艳君,韩伟.尿微量白蛋白与尿肌酐比值对 2 型糖尿病合并非酒精性脂肪肝的影响[J]. *安徽医药*, 2021, 25(8):1656-1659.
- [19] KIM JE, PARK SJ, KIM YC, et al. Deep learning-based quantification of visceral fat volumes predicts posttransplant diabetes mellitus in kidney transplant recipients[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8:632097. DOI: 10.3389/fmed.2021.632097.

(收稿日期:2022-04-26,修回日期:2022-06-01)