

- 脊柱功能的影响及安全性分析[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(2): 278-279.
- [12] 马华松, 李龙, 王蒙, 等. 单双侧穿刺PKP治疗骨质疏松椎体压缩性骨折的对比分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(8): 678-682.
- [13] CHEN H, JIA P, BAO L, et al. Depression of the thoracolumbar posterior vertebral body on the estimation of cement leakage in vertebroplasty and kyphoplasty operations[J]. Chin Med J (Engl), 2015, 128(23): 3158-3162.
- [14] 朱亚坤, 范海涛, 赵勇, 等. 闭合复位经皮椎弓根钉固定治疗无神经症状胸腰椎骨折的疗效[J]. 安徽医学, 2018, 39(10): 1249-1252.
- [15] 刘先春, 冯定祥, 吴峰. 经皮椎体后凸球囊扩张成形术联合术后唑来膦酸治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折疗效观察[J]. 创伤与急危重病医学, 2019, 7(2): 93-96.
- [16] BAE JW, GWAK HS, KIM S, et al. Percutaneous vertebroplasty for patients with metastatic compression fractures of the thoracolumbar spine: clinical and radiological factors affecting functional outcomes[J]. Spine J, 2016, 16(3): 355-364.
- [17] 杨晓明, 徐宏光, 刘平, 等. 伤椎置钉和经皮短节段固定治疗胸腰段椎体骨折的疗效比较[J]. 安徽医药, 2016, 20(9): 1683-1686.
- [18] 顾越, 李威霖, 贾根, 等. 单侧与双侧经皮椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效[J]. 国际骨科学杂志, 2018, 39(3): 154-158.
- [19] 朱斌, 贺元, 李怀伟, 等. 经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术治疗老年轻中度骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折的临床比较研究[J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(11): 809-813.
- (收稿日期: 2019-10-24, 修回日期: 2020-01-13)

引用本文: 付超, 张静, 董松武. 2型糖尿病病人脂代谢对心脏结构和功能的影响[J]. 安徽医药, 2021, 25(9): 1735-1738. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2021.09.009.

◇ 临床医学 ◇



2型糖尿病病人脂代谢对心脏结构和功能的影响

付超^a, 张静^a, 董松武^b

作者单位: 亳州市人民医院, ^a检验科, ^b心内科, 安徽 亳州 236800

通信作者: 张静, 女, 副主任检验师, 研究方向为临床检验, Email: zhangjingdongsongwu@163.com

摘要: **目的** 探究2型糖尿病(T2DM)病人脂代谢对病人心脏结构和功能的影响。**方法** 测定2017年2月至2018年6月在亳州市人民医院确诊的84例T2DM和47例对照组的三酰甘油、总胆固醇、高密度胆固醇(HDL)、低密度胆固醇(LDL)、载脂蛋白A(ApoA)、载脂蛋白B(ApoB)及血糖水平, 并通过超声心动图测定研究对象的左房前后径(LAD)、舒张末期室间隔厚度(IVSTd)、左室后壁厚度(LPWTd)、M型射血分数(EF)、右室前后径(RVIDd)、升主动脉内径(AO)、D期左室前后径(LVDd)、主肺动脉内径(PA)、左室舒张早期快速充盈峰(E峰)、左室舒张晚期充盈峰(A峰)、主动脉内流速(AV)、主动脉跨瓣压差(AVP)、肺动脉内流速(PV)和肺动脉跨瓣压差(PVP), 且对两组间各指标进行比较, 并对T2DM脂代谢指标和心脏结构及功能指标做相关性分析。**结果** T2DM与对照组相比, 三酰甘油、总胆固醇、LDL、血糖、ApoB水平、LPWTd和PA值显著增加[1.74(1.36, 2.77) mmol/L比1.23(0.96, 1.53) mmol/L; (4.67±1.20) mmol/L比(4.18±0.52) mmol/L; (2.76±0.70) mmol/L比(2.48±0.44) mmol/L; 8.92(7.49, 12.11) mmol/L比5.10(4.83, 5.35) mmol/L; (0.90±0.20) g/L比(0.78±0.14) g/L; 9.00(8.00, 10.00) mm比9.00(8.00, 9.00) mm; 20.00(20.00, 21.00) mm比20.00(19.00, 21.00) mm]($P<0.05$), 而HDL显著降低[1.01(0.84, 1.16) mmol/L比1.08(0.98, 1.25) mmol/L]($P<0.05$); 进一步做相关性分析, T2DM的LDL和IVSTd呈负相关($r=-0.21$), 血糖和LAD呈正相关($r=0.26$), E峰和总胆固醇、HDL、LDL、ApoA、ApoB均呈负相关($r=-0.22$; $r=-0.26$; $r=-0.30$; $r=-0.23$; $r=-0.25$)($P<0.05$)。 **结论** T2DM的血脂水平和心脏结构和功能呈负相关, 血脂水平越高, 心脏结构功能越差, 了解血脂水平有利于评估病人的病情, 加强早期干预有利于降低T2DM并发症。

关键词: 糖尿病, 2型; 脂代谢; 心脏结构

Effects of lipid metabolism on cardiac structure and function in patients with type 2 diabetes mellitus

FU Chao^a, ZHANG Jing^a, DONG Songwu^b

Author Affiliation: ^aDepartment of Clinical Laboratory, ^bDepartment of Cardiology, Bozhou People's Hospital, Bozhou, Anhui 236800, China

Abstract: **Objective** To explore the effect of lipid metabolism on cardiac structure and function in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** The levels of triacylglycerol (TG), total cholesterol (TC), high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL), apolipoprotein A (ApoA), apolipoprotein B (ApoB) and blood glucose were measured. The left atrial anteroposterior diameter (LAD), diastolic end diastolic interventricular septal thickness (IVSTd), left ventricular posterior wall thickness (LPWTd), M-mode ejection fraction (EF), right ventricular anteroposterior diameter (RVIDd), ascending aortic diameter (AO), D-period left ventricular anteroposterior diameter (LVDd), main pulmonary artery diameter (PA), left ventricular diastolic early rapid filling peak (E peak), left ventricular diastolic late filling peak (A peak), aortic flow velocity (AV), aortic transvalvular pressure gradient (AVP), pulmonary artery flow velocity (PV) and pulmonary artery transvalvular pressure gradient (PVP) were measured by echocardiography. The two groups were compared, and the correlation between lipid metabolism indicators and cardiac structure and function indicators in T2DM patients was analyzed. **Results** Compared with the control group, T2DM patients had significantly higher levels of TG, TC, LDL, blood glucose, ApoB, LPWTd and PA [1.74 (1.36, 2.77) mmol/L vs 1.23 (0.96, 1.53) mmol/L; (4.67±1.20) mmol/L vs (4.18±0.52) mmol/L; (2.76±0.70) mmol/L vs (2.48±0.44) mmol/L; 8.92 (7.49, 12.11) mmol/L vs 5.10 (4.83, 5.35) mmol/L; (0.90±0.20) g/L vs (0.78±0.14) g/L; 9.00 (8.00, 10.00) mm vs 9.00 (8.00, 9.00) mm; 20.00 (20.00, 21.00) mm vs 20.00 (19.00, 21.00) mm] ($P<0.05$), while HDL was significantly lower [1.01 (0.84, 1.16) mmol/L vs 1.08 (0.98, 1.25) mmol/L] ($P<0.05$). Further correlation analysis showed that LDL and IVSTd were negatively correlated ($r=-0.21$), blood glucose and LAD were positively correlated ($r=0.26$), E peak and TC, HDL, LDL, ApoA, ApoB were negatively correlated ($r=-0.22$; $r=-0.26$; $r=-0.30$; $r=-0.23$; $r=-0.25$) ($P<0.05$). **Conclusion** The lipid levels and cardiac structure and function in T2DM patients were negatively correlated. The higher the lipid levels, the worse the cardiac structure and function. Understanding lipid levels is helpful for evaluating the patient's condition, and early intervention is helpful for reducing T2DM complications.

protein (LDL), apolipoprotein A (ApoA), apolipoprotein B (ApoB) and glucose (GLU) in 84 patients with T2DM and 47 patients in the control group in Bozhou People's Hospital from February 2017 to June 2018 were measured, and the left atrial dimension (LAD), inter-ventricular septal thickness (IVSTd), left ventricular posterior wall thickness (LPWTd), M-type ejection fraction (m-EF), right ventricular diameter (RVIDd), diameter of ascending aorta (AO), left ventricular diameter in stage D (LVDd), pulmonary arterial diameter (PA), left ventricular early diastolic rapid filling peak (E peak), left ventricular late diastolic filling peak (A peak), intra-aortic velocity (AV), aortic transvalvular pressure difference (AVP), intrapulmonary velocity (PV) and transvalvular pressure difference of pulmonary artery (PVP) were determined by echocardiography. All of these indexes were compared between the two groups; The relationship between lipid metabolism and cardiac structure and function in T2DM was analyzed. **Results** Compared with those in the control group, the levels of TG, TC, LDL, Glu, ApoB, LPWTd and PA were significantly increased [1.74 (1.36, 2.77) mmol/L vs. 1.23 (0.96, 1.53) mmol/L; (4.67±1.20) mmol/L vs. (4.18±0.52) mmol/L; (2.76±0.70) mmol/L vs. (2.48±0.44) mmol/L; 8.92 (7.49, 12.11) mmol/L vs. 5.10 (4.83, 5.35) mmol/L; (0.90±0.20) g/L vs. (0.78±0.14) g/L; 9.00 (8.00, 10.00) mm vs. 9.00 (8.00, 9.00) mm; 20.00 (20.00, 21.00) mm vs. 20.00 (19.00, 21.00) mm] ($P<0.05$), while the level of HDL was significantly decreased [1.01 (0.84, 1.16) mmol/L vs. 1.08 (0.98, 1.25) mmol/L] ($P<0.05$). In addition, the GLU level positively correlated with LAD ($r=0.26$) while the E peak was negatively correlated with TC, HDL, LDL, ApoA and ApoB, respectively, in patients with T2DM ($r=-0.22$, $r=-0.26$, $r=-0.30$, $r=-0.23$, $r=-0.25$), also IVSTd negatively correlated with LDL ($r=-0.21$). **Conclusions** The level of blood lipid in T2DM is negatively correlated with cardiac structure and function. The higher the blood lipid level, the worse the cardiac function. Understanding the level of blood lipid is helpful to evaluate the condition of patients.

Key words: Diabetes mellitus, type 2; Lipid metabolism; Cardiac structure

近年来,随着糖尿病患病率的逐年上升,糖尿病已成为一种严重威胁着人类的健康的常见病、多发病^[1],全球糖尿病病人正以每年500万~600万的速度增长,估计到2030年全球糖尿病人数将会增加至近4.39亿^[2],而随着我国经济的快速发展,糖尿病病人人数也逐年增长,2型糖尿病(T2DM)病人早期无明显临床表现,随着病程进展,出现全身多系统病变,可引起心、脑、肾、眼等靶器官的损害,尤其心脏的收缩和舒张功能损伤,致使死于糖尿病心肌病的比例增加^[3]。T2DM较1型糖尿病更易并发心血管疾病,且在老年人中多见,其发病率随着年龄增长而增加。心血管疾病和T2DM有共同的病理基础,分子学上,单核细胞在炎症因子的长期诱导下,在局部聚集并吞噬脂质从而形成泡沫细胞,最终形成动脉粥样斑块^[4-5]。T2DM通常合并其他心血管危险因素,如高血压、高血脂、肥胖、胰岛素抵抗等,共同加重了血管损伤,最终引起心血管疾病。T2DM显著增加了心血管病变病人的死亡风险及其它心血管事件的发生率。既往研究表明,T2DM早期即可引起心脏结构和功能改变^[6],心肌活检是诊断糖尿病心肌病的金标准,然而活检的广泛应用受限于其具有的创伤性,因此本研究通过观察T2DM血脂的变化以及超声心动图显示的肝脏结构,探讨T2DM病人非创伤性的指标与心脏结构和功能改变之间的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2017年2月至2018年6月在亳州市人民医院住院治疗的T2DM病人84例为研究组,其中男43例,女41例,年龄(59.48±10.99)岁,范围为32~91岁;选取同期在该院住院排除糖尿病

的对照组47例,其中男18例,女29例,年龄(62.38±11.72)岁,范围为35~82岁。两组性别和年龄相匹配,差异无统计学意义($P>0.05$)。T2DM的诊断参照WHO的诊断标准^[7]。

1.2 方法 受试者均于治疗前空腹静脉采取血样分离血清,避免治疗药物如降脂药、降压药对血脂代谢的影响,检测三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、载脂蛋白A(ApoA)、载脂蛋白B(ApoB)及血糖。治疗前予以心脏B超检查,测定左房前后径(LAD)、舒张末期室间隔厚度(IVSTd)、左室后壁厚度(LPWTd)、射血分数(EF)、右室前后径(RVIDd)、升主动脉内径(AO)、主肺动脉内径(PA)、左室舒张早期快速充盈峰(E峰)、左室舒张晚期充盈峰(A峰)、主动脉内流速(AV)、主动脉跨瓣压差(AVP)、肺动脉内流速(PV)和肺动脉跨瓣压差(PVP)、D期左室前后径(LVDd)。

1.3 统计学方法 使用SPSS 17.0统计软件进行数据分析,正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,偏态分布计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组比较采用两独立样本 t 检验或非参数秩和检验;正态分布计量数据两变量相关性分析采用Pearson相关分析,偏态计量数据两变量相关性分析采用Spearman相关分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 T2DM与对照组间各生化指标比较 T2DM组的三酰甘油、总胆固醇、LDL、ApoB及血糖水平高于对照组($P<0.05$),HDL水平显著低于对照组($P<0.05$),两组间ApoA水平比较差异无统计学意义($P>0.05$),详见表1。

2.2 T2DM与对照组心脏结构指标比较 T2DM组的LPWTd和PA高于对照组($P < 0.05$),两组间LAD、IVSTd、RVIDd和AO比较差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表2。

2.3 T2DM与对照组心脏功能指标比较 两组M型EF、E峰值、A峰值、AV值、PV值、AVP和PVP比较差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表3。

2.4 T2DM的生化指标与心脏结构和功能的相关性分析 T2DM的脂代谢指标、血糖与心脏结构及功能的相关系数详见表4。

3 讨论

糖尿病心脏病是指病人有明确的糖尿病病史,在排除心血管疾病后,由糖尿病引起的心脏结构和功能改变的独立的糖尿病并发症^[8],以T2DM多见。相关文献显示,糖尿病可引起心脏微血管病变,引起心肌灌注不足,细胞外基质蛋白和晚期糖基化产

物过度沉积在心肌间隙,心肌细胞内三酰甘油积聚增加,最终导致心肌肥大、纤维化、心脏结构重塑、顺应性降低和舒张功能减退等变化^[9]。邓国南等^[10]研究认为糖尿病导致心脏重构以及收缩和舒张功能障碍,即使无临床心衰症状的病人,心脏结构及功能可能已经出现异常。血浆中最重要的血脂成分是胆固醇、三酰甘油等,载脂蛋白是与脂类结合的蛋白^[11],既往研究认为T2DM病人血脂水平高于对照组^[12],本研究检测T2DM脂代谢情况及心脏结构、功能的改变,并探讨两者之间的相关性。

本研究T2DM组的三酰甘油、总胆固醇、LDL、ApoB、血糖水平以及LPWTd和PA均高于对照组,而HDL水平显著低于对照组,表明T2DM组病人相当一部分存在脂代谢紊乱,脂代谢异常与T2DM心肌病变关系密切,长期代谢异常可能会造成心肌肥厚、左心室肥厚、左心室后壁厚度增加、主肺动脉内

表1 2型糖尿病(T2DM)与对照组生化指标结果对比

指标	T2DM组(n=84)	对照组(n=47)	t(Z)值	P值
三酰甘油/[mmol/L, M(P_{25} , P_{75})]	1.74(1.36, 2.77)	1.23(0.96, 1.53)	(-5.43)	<0.001
总胆固醇/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.67±1.20	4.18±0.52	2.65	0.002
HDL/[mmol/L, M(P_{25} , P_{75})]	1.01(0.84, 1.16)	1.08(0.98, 1.25)	(-2.53)	0.011
LDL/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.76±0.70	2.48±0.44	2.45	0.006
ApoA/(g/L, $\bar{x} \pm s$)	1.22±0.20	1.24±0.17	-0.51	0.614
ApoB/(g/L, $\bar{x} \pm s$)	0.90±0.20	0.78±0.14	3.68	<0.001
血糖/[mmol/L, M(P_{25} , P_{75})]	8.92(7.49, 12.11)	5.10(4.83, 5.35)	(-9.48)	<0.001

注:HDL为高密度脂蛋白,LDL为低密度脂蛋白,ApoA为载脂蛋白A,ApoB为载脂蛋白B。

表2 2型糖尿病(T2DM)与对照组心脏结构指标对比/mm

指标	T2DM组	对照组	t(Z)值	P值
LAD/ $\bar{x} \pm s$	31.24±3.89	31.21±4.77	0.03	0.974
IVSTd/M(P_{25} , P_{75})	9.00(9.00, 10.00)	9.00(8.00, 10.00)	(-1.44)	0.149
LPWTd/M(P_{25} , P_{75})	9.00(8.00, 10.00)	9.00(8.00, 9.00)	(-2.17)	0.030
RVIDd/ $\bar{x} \pm s$	21.44±2.18	21.02±1.85	1.11	0.268
PA/M(P_{25} , P_{75})	20.00(20.00, 21.00)	20.00(19.00, 21.00)	(-2.72)	0.007
AO/ $\bar{x} \pm s$	31.50±3.82	31.74±4.55	-0.33	0.743
LVDd/ $\bar{x} \pm s$	47.02±4.97	46.74±5.29	0.30	0.764

注:LAD为左房前后径,IVSTd为舒张末期室间隔厚度,LPWTd为左室后壁厚度,RVIDd为右室前后径,PA为主肺动脉内径,AO升主动脉内径,LVDd为D期左室前后径。

表3 2型糖尿病(T2DM)与正常对照组心脏功能指标比较

指标	T2DM组	对照组	t(Z)值	P值
M型EF/[%, M(P_{25} , P_{75})]	58.00(54.00, 60.00)	58.00(56.00, 62.00)	(-0.96)	0.338
E峰/(m/s, $\bar{x} \pm s$)	0.67±0.19	0.72±0.23	-1.32	0.191
A峰/(m/s, $\bar{x} \pm s$)	0.86±0.21	0.89±0.21	-0.72	0.474
AV/(m/s, $\bar{x} \pm s$)	1.22±0.23	1.27±0.34	-0.93	0.357
AVP/[mmHg, M(P_{25} , P_{75})]	5.95(4.03, 7.40)	6.00(5.00, 7.53)	(-0.87)	0.389
PV/(m/s, $\bar{x} \pm s$)	0.92±0.17	0.96±0.20	-1.13	0.263
PVP/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	3.55±1.37	3.79±1.39	-0.97	0.335

注:M型EF为M型射血分数,E峰为左室舒张早期快速充盈峰,A峰为左室舒张晚期充盈峰,AV为主动脉内流速,AVP为主动脉跨瓣压差,PV为肺动脉内流速,PVP为肺动脉跨瓣压差。

表4 2型糖尿病(T2DM)的生化指标与心脏结构和功能的相关性分析(r 值)

指标	LAD	IVSTd	LPWTd	M型EF	RVIDd	E峰	A峰	AV	PV
三酰甘油	-0.11	-0.00	0.08	0.11	0.01	-0.06	0.01	-0.04	0.02
总胆固醇	-0.06	-0.20	-0.09	-0.08	0.05	-0.22 ^①	-0.02	0.11	-0.15
HDL	-0.04	-0.08	-0.01	-0.06	-0.05	-0.26 ^①	-0.04	0.17	0.07
LDL	-0.17	-0.21 ^①	-0.09	-0.05	-0.02	-0.30 ^①	-0.07	0.11	0.12
ApoA	-0.07	0.03	0.08	-0.06	-0.06	-0.23 ^①	0.03	0.17	0.12
ApoB	-0.15	-0.15	-0.05	0.06	-0.03	-0.25 ^①	-0.06	0.13	-0.14
血糖	0.26 ^①	-0.19	-0.10	0.14	-0.17	-0.12	0.02	0.03	-0.06

注:LAD为左房前后径,IVSTd为舒张末室间隔厚度,LPWTd为左室后壁厚度,M型EF为M型射血分数,RVIDd为右室前后径,E峰为左室舒张早期快速充盈峰,A峰为左室舒张晚期充盈峰,AV为主动脉内流速,PV为肺动脉内流速,HDL为高密度脂蛋白,LDL为低密度脂蛋白,ApoA为载脂蛋白A,ApoB为载脂蛋白B。

① $P<0.05$ 。

程增加等,和Chen等^[13]的研究结果一致,他们的研究也显示,糖尿病病人左心室壁厚度及质量高于非糖尿病病人,表明T2DM病人心脏功能在临床未出现心衰症状时可能已经出现了异常结构改变,应引起医护人员关注,而王晓宇等^[14]研究认为T2DM病人心脏结构改变为左室肥厚、左房增大等心脏结构改变随着病程进展并不明显,T2DM病人心脏功能减退改变随着病程进展更为显著。

本研究进一步将T2DM的糖脂代谢指标和心脏结构和功能指标做相关性分析,T2DM的LDL和IVSTd呈负相关($r=-0.21$),血糖和LAD呈正相关($r=0.26$),E峰和总胆固醇、HDL、LDL、ApoA、ApoB均呈负相关($r=-0.22$; $r=-0.26$; $r=-0.30$; $r=-0.23$; $r=-0.25$),而两组间左室舒张期前后径差异无统计学意义,提示左室舒张功能的减退可能是糖尿病病人最早出现的心脏功能改变,应引起临床医师重视,采取相应措施预防心脏病变的进展。左室舒张早期快速充盈峰和血脂水平密切相关,室间隔厚度也与LDL密切相关,脂代谢异常是影响T2DM心脏结构和功能的重要因素,提示临床医护人员应高度重视T2DM血脂异常的筛查,加强血脂水平管理,延缓心脏舒张功能障碍的发生,预防和改善预后。

综上所述,了解T2DM的血脂水平及心脏结构和功能的变化有利于评估病人的病情,指导临床降脂药物的应用,加强早期干预,防止病人心脏结构和功能出现异常改变,有利于降低T2DM并发症和死亡率。本研究为回顾性分析,样本量存在不足,在后续的研究中,会加大样本量,细化分组,做更为精细的研究。

参考文献

[1] 刘晓瑞,黄彬洋,王岚,等. 血糖波动与糖尿病并发症关系的研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17(68): 72-73.

- [2] SHAW JE, SICREE RA, ZIMMETH Z, et al. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030 [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2010, 87(1): 4-14.
- [3] JIAG, DEMARCO VG, SOWERS JR, et al. Insulin resistance and hyperinsulinaemia in diabetic cardiomyopathy [J]. Nat Rev Endocrinol, 2016, 12(3): 144-153.
- [4] STRATMANN B, TSCHOEPE D. Diabetes, Prädiabetes und kardiovaskuläres Risiko [Diabetes, prediabetes and cardiovascular risk] [J]. Internist (Berl), 2015, 56(6): 653-661.
- [5] STAM-SLOB MC, GRAAF YVAN DER, DE BORST GJ, et al. Effect of type 2 diabetes on recurrent major cardiovascular events for patients with symptomatic vascular disease at different locations [J]. Diabetes Care, 2015, 38(8): 1528-1535.
- [6] DAWSON A, MORRIS AD, STRUTHERS AD. The epidemiology of left ventricular hypertrophy in type 2 diabetes mellitus [J]. Diabetologia, 2005, 48(10): 1971-1979.
- [7] ALBERTI KG, ZIMMETH PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part I: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation [J]. Diabet Med, 1998, 15(7): 539-553.
- [8] JIA G, WHALEY-CONNELL A, SOWERS JR, et al. Diabetic cardiomyopathy: a hyperglycaemia-and insulinresistance-induced heart disease [J]. Diabetologia, 2018, 61(1): 21-28.
- [9] HU X, BAI T, XU Z, et al. Pathophysiological fundamentals of diabetic cardiomyopathy [J]. Compr Physiol, 2017, 7(2): 693-711.
- [10] 邓国南,甘培州,谢夏南. 2型糖尿病患者心脏结构和功能变化及相关危险因素分析[J]. 现代医院, 2014, 14(8): 27-29.
- [11] 刘晓宇,戴敏,钱玲玲,等. 2型糖尿病患者左心室不同舒张功能状态下左心房结构变化[J]. 江苏医药, 2014, 40(13): 1507-1510.
- [12] 刘义成,郝建宁. 2型糖尿病患者血清25(OH)D3水平及临床意义研究[J]. 贵州医药期刊, 2017, 41(1): 30-32.
- [13] CHEN Q, GAN Y, LI ZY. Left ventricular diastolic dysfunction in type 2 diabetes patients: a novel 2D strain analysis based on cardiac magnetic resonance imaging [J]. Comput Methods Biomech Biomed Engin, 2016, 19(12): 1330-1338.
- [14] 王晓宇,刘艳霞,栗夏莲. 2型糖尿病患者心脏结构与功能超声检查结果改变的研究[J]. 中国糖尿病杂志, 2018, 26(5): 385-389.

(收稿日期:2019-11-12,修回日期:2020-01-13)