

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.003011

血中鸢尾素水平与肥胖和 2 型糖尿病的关系

张诗田,王雅茹,刘 影,王 爽,李 宣,刘 蕊,张亚南,牛文彦

(天津医科大学朱宪彝纪念医院检验科、天津市内分泌研究所、国家卫健委激素与发育重点实验室、
天津市代谢性疾病重点实验室,天津 300134)

【摘要】目的:探讨血中鸢尾素水平与肥胖和 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)相关指标的关系。**方法:**选取 79 例 T2DM 患者和非糖尿病对照 80 例,根据体质指数(body mass index, BMI)进一步分为正常组、肥胖组、T2DM 组、T2DM 肥胖组。应用全自动生化分析仪、全自动血糖检测仪、全自动糖化血红蛋白检测仪检测各组肥胖和 T2DM 相关指标,用酶联免疫吸附法检测血中鸢尾素、白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)水平。采用方差分析和线性回归分析的方法分析数据。**结果:**T2DM 肥胖组鸢尾素水平明显高于正常组,肥胖组和 T2DM 肥胖组鸢尾素水平明显高于 T2DM 组,糖尿病组 IL-1 β 水平明显高于正常组, T2DM 肥胖组 IL-1 β 水平明显高于肥胖组。鸢尾素与体质量、BMI 呈正相关。受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线结果显示鸢尾素在非糖尿病组、糖尿病组中的曲线下面积分别是 0.653、0.854。**结论:**鸢尾素水平可能与肥胖存在一定的相关性,与 T2DM 不相关。鸢尾素在非糖尿病人群和糖尿病人群中对于肥胖都有一定的辅助诊断价值。

【关键词】肥胖;2 型糖尿病;鸢尾素**【中图分类号】**R446.11**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2021-10-14Relationship between irisin level in blood with obesity
and type 2 diabetes mellitus

Zhang Shitian, Wang Yaru, Liu Ying, Wang Shuang, Li Xuan, Liu Rui, Zhang Yanan, Niu Wenyan

(NHC Key Laboratory of Hormones and Development, Tianjin Key Laboratory of Metabolic Diseases,
Tianjin Institute of Endocrinology, Department of Clinical Laboratory, Chu Hsien-I Memorial Hospital,
Tianjin Medical University)

【Abstract】Objective: To discuss the relationship between irisin level in blood and obesity and type 2 diabetes mellitus(T2DM) related parameters. **Methods:** We recruited 79 T2DM patients and 80 non-diabetic controls. According to body mass index(BMI), these subjects were further divided into normal group, obese group, T2DM group, and T2DM obese group. Obesity and T2DM related parameters were measured by automated biochemical analyzer, automated glucose analyzer and automated glyco-hemoglobin analyzer, and the level of irisin and interleukin-1 β (IL-1 β) was tested by enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA). Analysis of variance(ANOVA) and linear regression analysis were used to analyze the data. **Results:** The irisin level in T2DM obese group was significantly higher than that in normal group. The irisin level in both obese and T2DM obese group was significantly higher than that in T2DM group. The IL-1 β levels in diabetic groups were significantly higher than the level in normal group, and the level of IL-1 β in T2DM obese group was significantly higher than that in obese group. Irisin was positively correlated to weight and BMI. The receiver operating characteristic(ROC) curve analysis showed that the area under the curve of irisin in non-diabetic groups and diabetic groups was 0.653 and 0.854 respectively. **Conclusion:** The irisin level may be related to obesity to a certain extent, but not related to T2DM, which has a certain diagnostic value for obesity in non-diabetic and diabetic populations.

【Key words】obesity; type 2 diabetes mellitus; irisin

作者介绍:张诗田, Email: 1175785793@qq.com,

研究方向:2 型糖尿病。

通信作者:牛文彦, Email:wniu@tmu.edu.cn。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81870547);天津市医学重点学科(专科)建设资助项目;天津医科大学朱宪彝纪念医院科研基金资助项目(编号:2019ZDKF15)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20220412.1242.008.html>
(2022-04-13)

近年来,由于高脂饮食增加,体力活动减少,生活压力增大,肥胖人群逐年扩大。自 1980 年以来,全球超重和肥胖人群翻了一倍,全球约 1/3 的人群为超重和肥胖^[1]。在中国约 46%的成人和 15%的儿童为超重和肥胖^[2]。糖尿病是一种以血糖增高为特征的慢性代谢性疾病,2019 年国际糖尿病联盟(International Diabetes Federation, IDF)估计 20~79 岁成人中每 11 个人就有 1 个为糖尿病,全球糖尿病患者人数约为 4.63 亿^[3]。其中,中国糖尿病患者约为 1.164 亿,约占全球患糖尿病患者口数量的 25%^[3]。中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)指出,我国糖尿病患病率仍在上升,2015 至 2017 年达到 11.2%^[4]。糖尿病患者中约有 90%的患者为 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM), T2DM 主要特征为胰岛素抵抗。大部分肥胖人群处于糖尿病前期,并最终发展为 T2DM,肥胖是胰岛素抵抗发生的最主要原因^[5-6]。

鸢尾素是纤维连接蛋白Ⅲ型域包含蛋白 5(type Ⅲ domain containing 5, FNDC5)112 号位氨基酸裂解产物,由肌肉和脂肪组织分泌,故称为肌肉脂肪因子^[7-8]。鸢尾素通过刺激白色脂肪棕色化而促进能量消耗,进而导致体质量降低^[7]。体外实验发现,通过腺病毒过表达鸢尾素前体促进血中鸢尾素水平升高,可以轻微降低高脂喂养小鼠的体质量,同时明显降低葡萄糖和胰岛素水平,改善胰岛素抵抗^[7]。鸢尾素在肥胖和代谢相关疾病中发挥重要作用^[9-10]。大多数研究发现血中鸢尾素水平与体质量、体脂及腰臀比呈正相关^[9],然而在糖尿病人群中血中鸢尾素水平降低^[11-12]。鸢尾素在糖尿病合并肥胖这一特定人群中水平如何相关文献报道较少。本研究旨在比较鸢尾素在单一肥胖、单一糖尿病及糖尿病合并肥胖人群中的水平,探讨鸢尾素与肥胖和糖尿病相关临床指标的关系,进而为临床诊断和治疗肥胖及糖尿病提供新思路。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集 2020 年 9 月至 2020 年 12 月于天津医科大学朱宪彝纪念医院进行糖尿病鉴定诊断为 T2DM 的病例共 79 例。为了排除 T2DM 患者长期用药对本研究的影响,选取的 79 例患者均为近一年内发现 T2DM 的患者。同期选取 2020 年 11

月至 2021 年 2 月于本院体检的非糖尿病对照共 80 例。测量 T2DM 和非糖尿病对照的身高、体质量,计算体质指数(body mass index, BMI), $BMI = \text{体质量}(\text{kg}) / \text{身高}^2(\text{m}^2)$ 。根据 BMI 进一步分为:正常组($BMI < 24 \text{ kg/m}^2$)、肥胖组($BMI \geq 24 \text{ kg/m}^2$)、T2DM 组($BMI < 24 \text{ kg/m}^2$)、T2DM 合并肥胖组($BMI \geq 24 \text{ kg/m}^2$)。T2DM 诊断符合 1999 年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)制定的 T2DM 诊断标准。排除标准:患有肝肾等内脏系统慢性炎症性疾病;心脑血管病急性期;近期有感染、发热、手术等应激状态。本研究通过本院医学伦理委员会的批准,所有被试在实验前均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 鸢尾素水平测定 所有被试检测前一晚 8 点后禁食,于次日清晨 8 点抽取外周静脉血 2 mL 分离胶促凝血,于 3 500 r/min、离心半径 100 mm 下离心 10 min,取 500 μL 血清储存于 -80°C 待测。采用酶联免疫吸附测定法检测血清中鸢尾素水平。全波长酶标仪(MULTISKAN GO)购自美国 Thermo scientific 公司。鸢尾素 ELISA 检测试剂盒购自武汉华美生物工程有限公司。

1.2.2 临床指标测定 所有被试检测前一晚 8 点后禁食,于次日清晨 8 点抽取外周静脉血 2 mL EDTA 抗凝血和 2 mL 分离胶促凝血,其中 2 mL 分离胶促凝血于 3 500 r/min、离心半径 100 mm 下离心 10 min。用 Sebia Capillary3TERA 全自动糖化分析仪检测全血中糖化血红蛋白(glycohemoglobin A1c, HbA1c)水平,用 Beckman AU5800 全自动生化分析仪检测血清中甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)和高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)水平,用 Arkray GA1172 全自动血糖检测仪检测血浆中葡萄糖(fast plasma glucose, FPG)水平。

1.3 统计学处理

所有数据采用 Graph-Pad Prism 6 和 SPSS 20.0 统计软件进行统计学分析。实验数据以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析,所有组间两两比较方法是 Tukey 多重比较,两变量之间的相关性采用线性回归分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。鸢尾素在非糖尿病人群和糖尿病人群中的诊断价值采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线进行分析,曲线下面积 ≥ 0.5 提示有一定的诊断价值。

2 结果

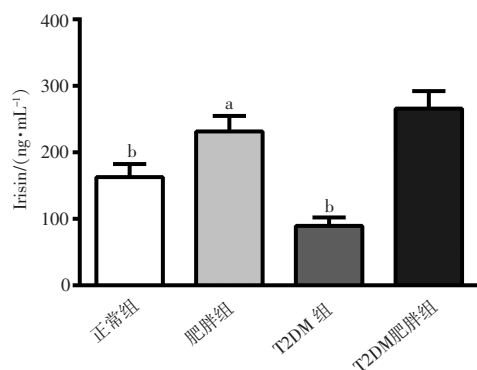
2.1 各组肥胖、T2DM 相关临床指标的比较

肥胖组和 T2DM 肥胖组体质量和 BMI 均明显高于正常组和 T2DM 组, T2DM 组和 T2DM 肥胖组 TG 水平明显高于正常组和肥胖组,肥胖组、T2DM 组、T2DM 肥胖组 TC 和 LDL

水平明显高于正常组,T2DM 组、T2DM 肥胖组 HDL 水平明显低于正常组,并且 T2DM 肥胖组 HDL 水平明显低于肥胖组,T2DM 组、T2DM 肥胖组 FPG、HbA1c 水平明显高于正常组和肥胖组(表 1、表 2)。

2.2 各组鸢尾素水平比较

肥胖组鸢尾素水平明显高于 T2DM 组($P<0.001$),T2DM 肥胖组鸢尾素水平明显高于正常组和 T2DM 组($P=0.003$, $P<0.001$),见图 1。

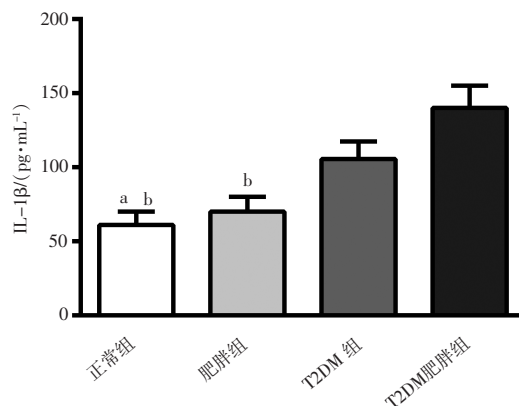


注:正常组 42 人,肥胖组 38 人,T2DM 组 39 人,T2DM 肥胖组 40 人, a:与 T2DM 组相比, $P<0.05$;b:与 T2DM 肥胖组相比, $P<0.05$

图 1 ELISA 检测鸢尾素水平($\bar{x} \pm s$)

2.3 各组 IL-1 β 水平比较

T2DM 组 IL-1 β 水平明显高于正常组($P=0.035$),T2DM 肥胖组 IL-1 β 水平明显高于正常组和肥胖组($P<0.001$, $P=0.000$),见图 2。



注:正常组 42 人,肥胖组 38 人,T2DM 组 39 人,T2DM 肥胖组 40 人, a:与 T2DM 组相比, $P<0.05$;b:与 T2DM 肥胖组相比, $P<0.05$

图 2 ELISA 检测 IL-1 β 水平($\bar{x} \pm s$)

2.4 鸢尾素水平与肥胖、T2DM 相关临床指标的相关性

鸢尾素与体质量、BMI 正相关($P<0.05$)。鸢尾素与 FPG、HbA1c、TG、TC、LDL、HDL、IL-1 β 不相关(图 3)。采用多重线性回归分析,根据年龄、性别、BMI 预测鸢尾素水平,已验证研究年龄、性别、BMI 之间相互独立(Durbin-Watson 检验值为 2.056),残差方差齐,回归容忍度均大于 0.1,不存在多重共线性,异常值检验中不存在异常离群值,残差近似正态分布,回归统计模型具有统计学意义($F=57.684$, $P<0.001$),调整 $r^2=0.520$,纳入模型的变量除年龄以外对鸢尾素水平的影响均具有统计学意义(表 3)。

表 1 各组基线资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	性别(男/女)	年龄/岁	身高/cm	体质量/kg	BMI/(kg·m ⁻²)
正常组 (n=42)	7/35	42.8 ± 1.3	165.1 ± 1.0	58.0 ± 0.9	21.3 ± 0.3
肥胖组 (n=38)	18/20	42.1 ± 1.2	167.5 ± 1.4	75.8 ± 1.8 ^a	26.9 ± 0.3 ^a
T2DM 组 (n=39)	19/20	55.8 ± 1.7 ^{ab}	165.7 ± 1.4	61.5 ± 1.2 ^b	22.3 ± 0.2 ^b
T2DM 肥胖组 (n=40)	22/18	48.5 ± 1.7 ^{abc}	169.1 ± 1.5	88.6 ± 2.3 ^{abc}	30.8 ± 0.5 ^{abc}
F/χ^2 值	15.050	18.560	1.791	75.840	170.000
P 值	0.002	<0.001	0.151	<0.001	<0.001

注:a,与正常组相比; $P<0.05$;b:与肥胖组相比, $P<0.05$;c:与 T2DM 组相比, $P<0.05$

表 2 各组临床实验室数据比较($\bar{x} \pm s$)

组别	TG/(mmol·L ⁻¹)	TC/(mmol·L ⁻¹)	LDL/(mmol·L ⁻¹)	HDL/(mmol·L ⁻¹)	FPG/(mmol·L ⁻¹)	HbA1c/%
正常组	0.9 ± 0.0	4.4 ± 0.1	2.7 ± 0.1	1.5 ± 0.0	4.9 ± 0.1	5.2 ± 0.0
肥胖组	1.7 ± 0.2	5.3 ± 0.1 ^a	3.4 ± 0.1 ^a	1.4 ± 0.0	5.2 ± 0.1	5.3 ± 0.1
T2DM 组	2.9 ± 0.5 ^{ab}	5.8 ± 0.2 ^a	3.8 ± 0.2 ^a	1.3 ± 0.1 ^a	10.9 ± 0.5 ^{ab}	8.0 ± 0.2 ^{ab}
T2DM 肥胖组	2.8 ± 0.3 ^{ab}	5.6 ± 0.2 ^a	3.8 ± 0.2 ^a	1.2 ± 0.0 ^{ab}	11.1 ± 0.6 ^{ab}	8.4 ± 0.3 ^{ab}
F 值	10.710	12.790	17.980	11.050	89.110	112.400
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:a,与正常组相比, $P<0.05$;b:与肥胖组相比, $P<0.05$;c:与 T2DM 组相比, $P<0.05$

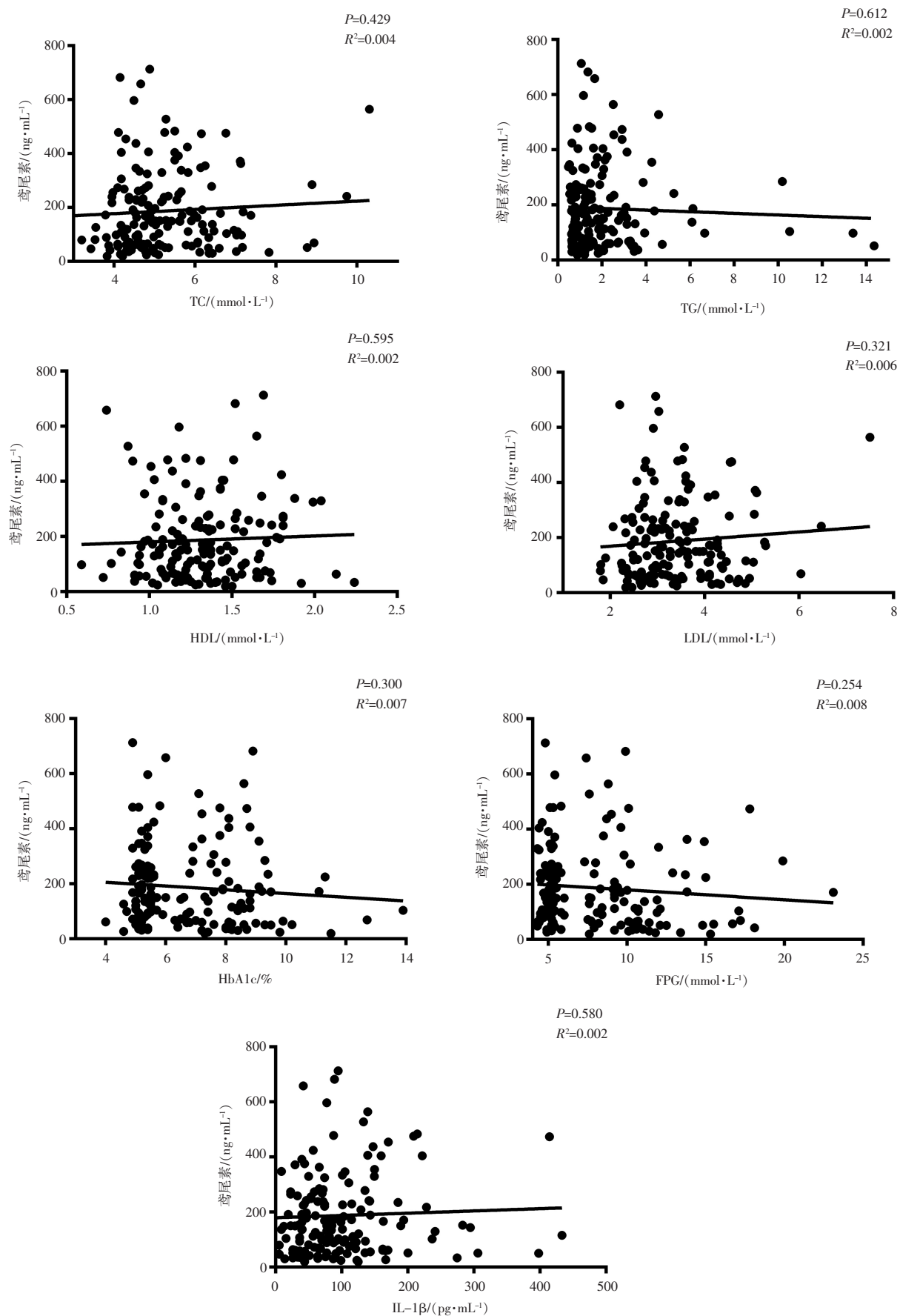


图3 鸢尾素与肥胖、T2DM 相关指标的相关性

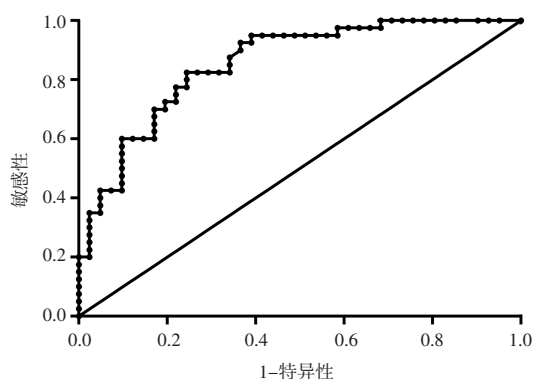
表 3 年龄、性别、BMI 与鸢尾素的多重线性回归

变量	系数	标准误	标化系数	P 值	95%CI
截距	-213.010	59.992			
年龄	-1.162	0.739	-0.087	0.118	-2.623~0.298
性别	-154.614	16.510	-0.538 ^a	< 0.001	-187.229~-121.999
BMI	20.418	1.852	0.634 ^a	< 0.001	16.759~24.078

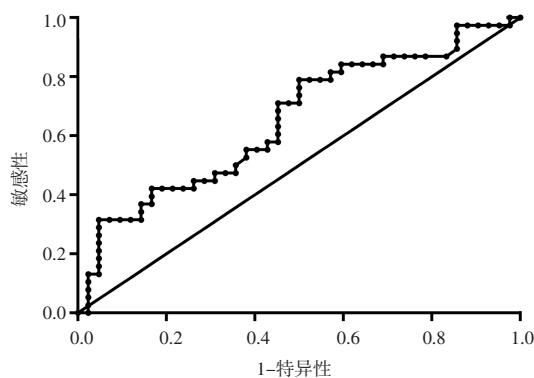
注:a, $P < 0.001$

2.5 鸢尾素应用于肥胖诊断效能的评价

采用 ROC 曲线评价鸢尾素在非糖尿病人群和糖尿病人群的诊断价值, 鸢尾素在非糖尿病组、糖尿病组中的曲线下面积分别是 0.653、0.854(图 4)。



A. 非糖尿病人鸢尾素诊断肥胖的 ROC 曲线



B. 糖尿病人鸢尾素诊断肥胖的 ROC 曲线

图 4 鸢尾素诊断肥胖的 ROC 曲线

3 讨论

T2DM 肥胖组鸢尾素水平明显高于正常组, 并且肥胖组和 T2DM 肥胖组鸢尾素水平明显高于 T2DM 组, 鸢尾素与肥胖相关指数即体质量、BMI 呈正相关, 但与 TG、TC 不相关。由于 BMI 较体质量能更好地反映肥胖, 并且考虑年龄、性别有可能影响

鸢尾素水平, 因而对年龄、性别、BMI 与鸢尾素进行多重线性回归分析, 发现除年龄以外性别和 BMI 均可影响鸢尾素水平。同时, 鉴于鸢尾素与肥胖相关, 采用 ROC 曲线评价鸢尾素在非糖尿病人群和糖尿病人群的诊断价值, 发现鸢尾素在非糖尿病组、糖尿病组中的曲线下面积均大于 0.5, 对肥胖具有一定的辅助诊断价值。其他研究也发现, 与正常人相比, 肥胖者鸢尾素水平升高, 鸢尾素水平与体质量、体脂含量、腰臀比呈正相关^[9-13]。此种结果的出现可能是由于正常人血中鸢尾素主要来源于肌肉, 而肥胖患者鸢尾素主要来源于脂肪, 肥胖患者脂肪含量增加, 导致分泌的鸢尾素水平升高^[14-15]; 还有可能是由于肥胖时鸢尾素水平升高作为机体补偿机制以促进机体能量消耗、维持血糖稳定从而达到代谢平衡^[9]。

本研究 T2DM 组鸢尾素水平虽然与正常组相比没有统计学差异, 但有下降趋势。其他研究也发现糖尿病前期及 T2DM 患者体内鸢尾素水平降低^[11, 16-20], 这可能与 T2DM 患者体内 FNDC5 合成减少以及脂肪组织炎症有关^[9]。鸢尾素水平与糖尿病相关指标如 FPG、HbA1c 不相关。有研究表明, 鸢尾素水平与 β 细胞 HOMA 指数、空腹胰岛素水平、空腹 C-肽水平不相关^[21], 但也有研究发现在糖耐量正常人群中鸢尾素水平与空腹胰岛素水平、 β 细胞 HOMA 指数呈正相关, 鸢尾素可能参与调节 β 细胞功能^[22]。本研究 T2DM 肥胖组鸢尾素水平明显高于 T2DM 组, 考虑 2 组的平均年龄, 可能是由于 T2DM 肥胖组患者较 T2DM 组患者糖尿病发病早, 糖耐受力降低不明显, 病情进展不严重。但是这一推测还需要对 2 组患者 OGTT 数据分析来验证。IL-1 β 是常见的衡量慢性低度炎症的指标, IL-1 β 在糖尿病进展中发挥重要作用^[23]。与其他文献的发现一致, 本研究发现糖尿病组 IL-1 β 水平均明显高于正常组, T2DM 肥胖组 IL-1 β 水平明显高于肥胖组。Jin YH 等^[24]发现鸢尾素可以抑制脂多糖诱导的 IL-1 β 表达

水平,本研究发现鸢尾素与 IL-1 β 水平不相关,这可能与本研究标本量有限、各组人群年龄性别分布不均有关。

基于以上研究数据,推测鸢尾素水平可能与肥胖存在一定相关性,与 T2DM 不相关。鸢尾素可作为临床上评估和治疗肥胖的新指标。本研究存在一定的局限性,T2DM 组年龄偏大,性别匹配较为不均,而且各组的标本量偏少,这也可能是本研究观察到的一些结果与其他研究不同的原因,同时由于鸢尾素与运动和部分降脂药物关系密切,所以今后应扩大各组标本量,调整 T2DM 组的年龄性别分布,并将运动和药物应用情况纳入分析,进一步统计分析数据。

参 考 文 献

- [1] Global Burden of Disease Study 2015. Global Burden of Disease Study 2015(GBD 2015) Obesity and Overweight Prevalence 1980–2015 [M]. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2017.
- [2] Wang Y, Wang L, Qu W. New national data show alarming increase in obesity and noncommunicable chronic diseases in China[J]. Eur J Clin Nutr, 2017, 71(1): 149–150.
- [3] International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas–9th Edition [M/OL]. DiabetesAtlas, 2019, <http://www.diabetesatlas.org/>.
- [4] 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)(上)[J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(8): 668–695.
Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China(2020 edition)(Part 1)[J]. Chin J Pract Intern Med, 2021, 41(8): 668–695.
- [5] Ying W, Fu WX, Lee YS, et al. The role of macrophages in obesity-associated islet inflammation and β -cell abnormalities[J]. Nat Rev Endocrinol, 2020, 16(2): 81–90.
- [6] Zatterale F, Longo M, Naderi J, et al. Chronic adipose tissue inflammation linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes[J]. Front Physiol, 2020, 10: 1607.
- [7] Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis[J]. Nature, 2012, 481(7382): 463–468.
- [8] Roca-Rivada A, Castela C, Senin LL, et al. FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine[J]. PLoS One, 2013, 8(4): e60563.
- [9] Perakakis N, Triantafyllou GA, Fernández-Real JM, et al. Physiology and role of irisin in glucose homeostasis[J]. Nat Rev Endocrinol, 2017, 13(6): 324–337.
- [10] Polyzos SA, Anastasilakis AD, Efstathiadou ZA, et al. Irisin in metabolic diseases[J]. Endocrine, 2018, 59(2): 260–274.
- [11] Zhang C, Ding Z, Lv GQ, et al. Lower irisin level in patients with type 2 diabetes mellitus: a case-control study and meta-analysis[J]. J Diabetes, 2016, 8(1): 56–62.
- [12] Du XL, Jiang WX, Lv ZT. Lower circulating irisin level in patients with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis[J]. Horm Metab Res, 2016, 48(10): 644–652.
- [13] Pardo M, Crujeiras AB, Amil M, et al. Association of irisin with fat mass, resting energy expenditure, and daily activity in conditions of extreme body mass index[J]. Int J Endocrinol, 2014, 2014: 857270.
- [14] Crujeiras AB, Pardo M, Casanueva FF. Irisin: ‘fat’ or artefact[J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2015, 82(4): 467–474.
- [15] Crujeiras AB, Zulet MA, Lopez-Legarrea P, et al. Association between circulating irisin levels and the promotion of insulin resistance during the weight maintenance period after a dietary weight-lowering program in obese patients[J]. Metabolism, 2014, 63(4): 520–531.
- [16] Liu JJ, Liu S, Wong MDS, et al. Relationship between circulating irisin, renal function and body composition in type 2 diabetes[J]. J Diabetes Complications, 2014, 28(2): 208–213.
- [17] Hu WC, Wang R, Li J, et al. Association of irisin concentrations with the presence of diabetic nephropathy and retinopathy[J]. Ann Clin Biochem, 2016, 53(Pt 1): 67–74.
- [18] Wang HH, Zhang XW, Chen WK, et al. Relationship between serum irisin levels and urinary albumin excretion in patients with type 2 diabetes[J]. J Diabetes Complications, 2015, 29(3): 384–389.
- [19] Choi YK, Kim MK, Bae KH, et al. Serum irisin levels in new-onset type 2 diabetes[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2013, 100(1): 96–101.
- [20] Liu JJ, Wong MDS, Toy WC, et al. Lower circulating irisin is associated with type 2 diabetes mellitus[J]. J Diabetes Complications, 2013, 27(4): 365–369.
- [21] Wang LS, Song J, Wang C, et al. Circulating levels of betatrophin and irisin are not associated with pancreatic β -cell function in previously diagnosed type 2 diabetes mellitus patients[J]. J Diabetes Res, 2016, 2016: 2616539.
- [22] Yang ML, Chen PH, Jin H, et al. Circulating levels of irisin in middle-aged first-degree relatives of type 2 diabetes mellitus—correlation with pancreatic β -cell function[J]. Diabetol Metab Syndr, 2014, 6(1): 133.
- [23] Ding SJ, Xu S, Ma Y, et al. Modulatory mechanisms of the NL- RP3 inflammasomes in diabetes[J]. Biomolecules, 2019, 9(12): 850.
- [24] Jin YH, Li ZY, Jiang XQ, et al. Irisin alleviates renal injury caused by sepsis via the NF- κ B signaling pathway[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2020, 24(11): 6470–6476.

(责任编辑:冉明会)