



2型糖尿病病人血清趋化素水平与腹型肥胖及大血管病变的关系

贾笑迪, 裴晓艳, 汪琼, 于磊, 庄兰艮, 金国玺

引用本文:

贾笑迪, 裴晓艳, 汪琼, 等. 2型糖尿病病人血清趋化素水平与腹型肥胖及大血管病变的关系[J]. 蚌埠医学院学报, 2021, 46(5): 598–601.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.05.010>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

血清betatrophin水平与2型糖尿病肾病的相关性研究

Correlation between serum betatrophin level and type 2 diabetic nephropathy

蚌埠医学院学报. 2020, 45(6): 731–734,738 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.06.008>

不同病程2型糖尿病病人血清RBP4、NEFA、Hcy水平与胰岛素抵抗的相关性分析

Correlation between insulin resistance and serum levels of RBP4, NEFA and Hcy in patients with different courses of type 2 diabetes mellitus

蚌埠医学院学报. 2020, 45(12): 1681–1684 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.12.023>

血清性激素结合球蛋白与2型糖尿病的相关性研究

Correlation of serum sex hormone binding globulin and type 2 diabetes mellitus

蚌埠医学院学报. 2017, 42(3): 305–308 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2017.03.007>

2型糖尿病病人颈动脉弹性、内中膜厚度变化与糖化血红蛋白相关性及联合降糖干预作用探究

Study on the correlation between the changes of carotid artery elasticity, intima-media thickness and glycosylated hemoglobin, and effect of combined hypoglycemic intervention in patients with type 2 diabetes mellitus

蚌埠医学院学报. 2021, 46(3): 352–356 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.03.020>

2型糖尿病病人血清尿酸与肌酐比值和颈动脉内膜-中层厚度的相关性分析

Correlation analysis between the serum uric acid/creatinine value ratio and carotid intimal-media thickness in type 2 diabetes patients

蚌埠医学院学报. 2020, 45(12): 1639–1641 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.12.012>

2型糖尿病病人血清趋化素水平与腹型肥胖及大血管病变的关系

贾笑迪,裴晓艳,汪琼,于磊,庄兰良,金国玺

[摘要] **目的:**探讨2型糖尿病(T2DM)病人血清趋化素水平与动脉粥样硬化发生发展的关系。**方法:**选取T2DM病人117例,根据颈动脉内中膜厚度(CIMT)分组,分为CIMT正常组55例和CIMT增厚组62例;根据内脏脂肪面积(VFA)分组,分为腹型肥胖组49例和非腹型肥胖组68例。所有研究对象记录体质量指数(BMI)、收缩压(SBP)、舒张压(DBP);检测空腹血糖(FBS)、空腹胰岛素(FINS)、糖化血红蛋白(HbA1c)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、C反应蛋白(CRP)等;采用酶联免疫吸附法测定血清趋化素浓度,采用生物电阻抗测试法测量腹部内脏脂肪面积(VFA)和腹部皮下脂肪面积(SFA)。比较2组之间观察指标的差异,Pearson相关分析血清趋化素水平与各观察指标的相关性,二元logistics回归分析VFA、CIMT增厚的相关因素。**结果:**与CIMT正常组比较,CIMT增厚组TC、TG、FINS、HOMA-IR、DBP、SBP、VFA、趋化素、SFA均升高($P < 0.01$);与非腹型肥胖组比较,腹型肥胖组TC、TG、HOMA-IR、DBP、SBP、SFA、趋化素、CIMT均升高($P < 0.05$)。相关分析结果显示,T2DM病人血清趋化素与SBP、DBP、TC、TG、BMI、FINS、HOMA-IR、VFA、SFA、CIMT均呈正相关关系($r = 0.277, 0.303, 0.295, 0.299, 0.567, 0.317, 0.380, 0.795, 0.903, 0.565, P < 0.01$)。二元logistic回归分析结果显示,VFA、趋化素、FINS、SFA是CIMT的影响因素($P < 0.05 \sim P < 0.01$);趋化素、SFA、HOMA-IR、CIMT是VFA的独立影响因素($P < 0.05$)。**结论:**趋化素能够促进T2DM病人CIMT增厚,是一种危险因素,参与T2DM病人动脉粥样硬化的发生、发展。

[关键词] 2型糖尿病;趋化素;颈动脉内膜中层厚度;内脏脂肪面积

[中图分类号] R 587.1

[文献标志码] A

DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.05.010

Relationship among serum chemerin level, abdominal obesity and diabetic macroangiopathy in patients with type 2 diabetes mellitus

JIA Xiao-di, PEI Xiao-yan, WANG Qiong, YU Lei, ZHUANG Lan-gen, JIN Guo-xi

(Department of Endocrinology, Standardized Metabolic Disease Control Center,

The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233004, China)

[Abstract] Objective: To explore the relationship between serum chemerin level in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and the development and progression of atherosclerosis. **Methods:** A total of 117 T2DM patients were selected. Based on carotid intima-media thickness (CIMT), they were divided into CIMT normal group ($n = 55$) and CIMT thickening group ($n = 62$). Based on visceral fat area (VFA), all the patients were divided into was divided into the abdominal obesity group ($n = 49$), and non-abdominal obesity group ($n = 68$). All study subjects had been recorded including their body mass index (BMI), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP). Moreover, fasting blood glucose (FBS), fasting insulin (FINS), triglycerides (TG), total cholesterol (TC), low-density lipoprotein-cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein-cholesterol

[收稿日期] 2020-11-30 **[修回日期]** 2021-04-28

[基金项目] 安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2019A0353)

[作者单位] 蚌埠医学院第一附属医院 内分泌科, 标准化代谢病控制中心(MMC), 安徽 蚌埠 233004

[作者简介] 贾笑迪(1994-),女,硕士研究生。

[通信作者] 金国玺, 硕士研究生导师, 主任医师, 教授。E-mail: jyzyjz1999@163.com

[13] JOOSTEN LA, HEINHUIS B, NETEA MG, *et al.* Novel insights into the biology of interleukin-32[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2013, 70(20):3883.

[14] HEINHUIS B, KOENDERS MI, VANDENBERG WB, *et al.* Interleukin 32(IL-32) contains a typical α -helix bundle structure that resembles focal adhesion targeting region of focal adhesion kinase-1[J]. *J Biol Chem*, 2012, 287(8):5733.

[15] OH JH, CHO MC, KIM JH, *et al.* IL-32 γ inhibits cancer cell growth through inactivation of NF- κ B and STAT3 signals[J]. *Oncogene*, 2011, 30(30):3345.

[16] WANG M, MENG B, LIU Y, *et al.* MiR-124 inhibits growth and

enhances radiation-induced apoptosis in non-small cell lung cancer by inhibiting STAT3[J]. *Cell Physiol Biochem*, 2017, 44(5):2017.

[17] ZHANG Q, ZHANG C, HE J, *et al.* STAT3 inhibitor statin enhances radiosensitivity in esophageal squamous cell carcinoma[J]. *Tumor Biol*, 2015, 36(3):2135.

[18] 袁宁, 吴佺, 侯佩强, 等. 急性白血病患者血清中 IL-32 的表达及其临床意义[J]. *中华血液学杂志*, 2015, 36(10):868.

(本文编辑 卢玉清)

(HDL-C), glycosylated hemoglobin (HbA1c), C-reactive protein (CRP) and other indicators were detected. Furthermore, the serum chemerin concentrations were determined by the enzyme-linked immunosorbent assay, and the abdominal VFA and abdominal subcutaneous fat area (SFA) were measured by the bio-electrical impedance analysis method. The differences of observation indexes between the two groups were compared. Pearson correlation analysis was conducted to explore the correlation between serum chemerin levels and the observation indexes. Binary logistics regression analysis was performed on the related factors of VFA and CIMT thickening. **Results:** Compared with the CIMT normal group, the TC, TG, FINS, HOMA-IR, DBP, SBP, VFA, chemerin and SFA were all increased in the CIMT thickening group ($P < 0.01$). Compared with the non-abdominal obesity group, TC, TG, HOMA-IR, DBP, SBP, SFA, chemerin and CIMT was increased in the abdominal obesity group ($P < 0.05$). The results of correlation analysis showed that serum chemerin levels in patients with T2DM were positively correlated with SBP, DBP, TC, TG, BMI, FINS, HOMA-IR, VFA, SFA and CIMT ($r = 0.277, 0.303, 0.295, 0.299, 0.567, 0.317, 0.380, 0.795, 0.903, 0.565, P < 0.01$). The results of binary logistic regression analysis showed that VFA, chemerin, FINS and SFA were the related factors of CIMT ($P < 0.05$ to $P < 0.01$); chemerin, SFA, HOMA-IR and CIMT were the related factors of VFA ($P < 0.05$). **Conclusions:** Chemerin can promote the thickening of CIMT in patients with T2DM, which is a risk factor participating in the occurrence and development of atherosclerosis for patients with T2DM.

[**Key words**] type 2 diabetes mellitus; chemerin; carotid intima-media thickness; visceral fat area

近年来我国糖尿病病人的数量位居世界第一。超重和肥胖是糖尿病的发病原因之一,人群逐年上升。糖尿病大血管病变是 2 型糖尿病 (T2DM) 致残致死的主要原因。糖尿病大血管病变的发生和肥胖密切相关,脂肪细胞分泌的脂肪细胞因子可能是二者的纽带。研究^[1]显示,脂肪因子与糖尿病血管并发症的发生、发展密切相关。近年来发现的脂肪细胞因子趋化素,可通过多种途径参与糖脂代谢,对脂肪组织的形成具有调节功能。因此,本研究观察 T2DM 病人血清趋化素水平与糖尿病大血管病变的相关指标的相关性,为早期发现,早期诊断,早期治疗糖尿病大血管病变提供思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 按照 1999 年 WHO 糖尿病诊断标准选取我院 2020 年 6 月至 2020 年 9 月内分泌科住院的 T2DM 病人 117 例。根据《中国高血压防治指南》(2018 年版),以颈动脉内中膜厚度 (CIMT) ≥ 0.9 mm 为内膜增厚标准,进行分组: CIMT < 0.9 mm 为 CIMT 正常组 55 例; CIMT ≥ 0.9 mm 为 CIMT 增厚组 62 例。本研究根据肥胖学会的指南,体质量指数 (BMI) ≥ 25 kg/m², 内脏脂肪面积 (VFA) ≥ 100 cm² 即被诊断为内脏脂肪型肥胖,将 117 例分为腹型肥胖组 49 例和非腹型肥胖组 68 例。排除标准: (1) 其他类型的糖尿病病人; (2) 处于妊娠、分娩及哺乳期的女性糖尿病病人; (3) 糖尿病酮症酸中毒、乳酸性酸中毒及合并严重感染等糖尿病急性并发症者; (4) 大量白蛋白尿 (尿白蛋白肌酐比值 > 300 $\mu\text{g}/\text{mg}$) 的糖尿病肾病病人; (5) 严重脑、心、肝、肾功能损害或近 6 个月内有手术、创伤史者; (6) 严重的自身免疫性疾病、全身性疾病及恶性肿瘤者; (7)

各种其他肾脏疾病及甲状腺功能异常等其他常见的内分泌疾病者。该方案得到了蚌埠医学院第一附属医院伦理委员会的批准,均获得病人知情的书面同意书。

1.2 方法及观察指标

1.2.1 一般资料 所有入选对象均登记性别、年龄、病程、吸烟史; 测量身高、体质量, 计算 BMI; 测量血压时, 病人需安静休息 15 min 后测量, 至少测量 2 次, 间隔 1 ~ 2 min, 取两次平均值。若 2 次差别 > 5 mmHg, 需再次测量, 取 3 次测量的平均值。

1.2.2 生化指标检测 所有入选对象禁食 10 h 以上, 次日清晨采肘静脉血, 分别测定空腹血糖 (FBS)、空腹胰岛素 (FINS)、三酰甘油 (TG)、总胆固醇 (TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、糖化血红蛋白 (HbA1c)、C 反应蛋白 (CRP) 等。计算胰岛素抵抗指数 (HOMA-IR), 公式为 $\text{HOMA-IR} = (\text{FBS} \times \text{FINS}) / 22.5$ 。

1.2.3 血清趋化素浓度测定 使用干管抽取 3 mL 静脉血, 立即以 4 000 r/min ($r = 10$ cm) 离心 10 min, 将分离的血清置于 -70 °C 保存, 待测定时将所有标本置于 37 °C 恒温水槽中复融, 使用趋化素试剂盒, 采用 ELISA 法检测。

1.2.4 腹部 VFA、皮下脂肪面积 (SFA) 测定 由同一位医师使用 OMRON HDS-2000 型检测仪采用生物电阻抗测试法测量腹部 VFA 和 SFA, 要求病人空腹 8 h 以上, 检查前需要排便排尿。

1.2.5 CIMT 测量 由同一名医师操作, 使用美国 PHILIPS-IU22 型彩色超声诊断仪进行动脉检测, 探头频率 10 MHz。分别检测颈总动脉、分叉部、颈内动脉 3 个部位动脉内膜厚度, 共测量 6 个点, 取平均值为 CIMT 值。

1.3 统计学方法 采用 t 检验、Pearson 相关分析和二元 logistic 回归分析。

2 结果

2.1 CIMT 增厚组与 CIMT 正常组的脂代谢、胰岛素及肥胖等指标的比较 CIMT 增厚组与 CIMT 正常组的年龄、TC、TG、FINS、HOMA-IR、舒张压 (DBP)、收缩压 (SBP)、VFA、趋化素、SFA 差异均有统计学意义 ($P < 0.01$) (见表 1)。

2.2 腹型肥胖组和非腹型肥胖组比较 腹型肥胖组 TC、TG、HOMA-IR、DBP、SBP、SFA、趋化素、CIMT 高于非腹型肥胖组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$) (见表 2)。

2.3 趋化素与各观察指标的相关性 相关性分析结果显示, 2 型糖尿病病人血清趋化素与 SBP、DBP、TC、TG、BMI、FINS、HOMA-IR、VFA、SFA、CIMT 均呈正相关关系 ($r = 0.277, 0.303, 0.295, 0.299, 0.567, 0.317, 0.380, 0.795, 0.903, 0.565, P < 0.01$) (见表 3)。

2.4 二元 logistic 回归分析相关因素

2.4.1 CIMT 的影响因素 以 CIMT 为因变量, 以各指标为自变量, 进行 logistic 回归分析, 结果显示, VFA、趋化素、SFA、FINS 是 CIMT 的可能影响因素 ($P < 0.05 \sim P < 0.01$) (见表 4)。

续表 2

分组	<i>n</i>	TG/(mmol/L)	TC/(mmol/L)	SBP/mmHg	DBP/mmHg
非腹型肥胖组	68	1.51 ± 1.00	3.64 ± 0.92	127.17 ± 15.34	73.95 ± 8.59
腹型肥胖组	49	2.51 ± 1.95	4.09 ± 1.18	134.80 ± 19.12	80.84 ± 9.73
<i>t</i>	—	3.30	2.26	2.39	4.05
<i>P</i>	—	<0.01	<0.05	<0.05	<0.01

表 3 趋化素与各观察指标的相关性

相关系数	CIMT	VFA	HOMA-IR	TC	TG	SBP	DBP	FINS	SFA	BMI
<i>r</i>	0.565	0.795	0.380	0.295	0.299	0.277	0.303	0.317	0.903	0.567
<i>P</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 4 CIMT 影响因素的 logistic 回归分析

变量	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
VFA/cm ²	0.076	0.028	0.007	1.076	1.022 ~ 1.140
FINS/(mL/L)	0.167	0.080	0.036	1.182	1.011 ~ 1.382
趋化素/(pg/mL)	0.259	0.118	0.028	1.295	1.028 ~ 1.633
SFA/cm ²	-0.053	0.024	0.026	0.948	0.904 ~ 0.994

2.4.2 VFA 的影响因素 以 VFA 为因变量, 以各指标为自变量, 进行 logistic 回归分析, 结果显示, 趋化素、SFA、HOMA-IR、CIMT 是 VFA 的可能影响因素 ($P < 0.05$) (见表 5)。

表 5 VFA 影响因素的 logistic 二元回归分析

变量	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
趋化素/(pg/mL)	0.341	0.154	0.027	1.407	1.040 ~ 1.903
SFA/cm ²	0.094	0.030	0.002	1.098	1.035 ~ 1.165
HOMA-IR	0.326	0.136	0.017	1.385	1.060 ~ 1.809
CIMT/mm	-2.950	1.496	0.049	0.052	0.003 ~ 0.981

表 1 CIMT 正常组与 CIMT 增厚组观察指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	<i>n</i>	趋化素/(pg/mL)	VFA/cm ²	HOMA-IR	TG/(mmol/L)	TC/(mmol/L)
CIMT 正常组	55	48.35 ± 6.25	79.89 ± 19.35	7.80 ± 2.77	1.49 ± 0.98	3.47 ± 0.82
CIMT 增厚组	62	57.77 ± 5.54	136.51 ± 25.01	13.85 ± 5.11	2.32 ± 1.84	4.14 ± 1.15
<i>t</i>	—	8.64	13.78	8.04	3.11	3.68
<i>P</i>	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

分组	<i>n</i>	年龄/岁	DBP/mmHg	SBP/mmHg	FINS/(mL/L)	SFA/cm ²
CIMT 正常组	55	53.45 ± 13.11	73.23 ± 8.42	122.64 ± 14.72	9.73 ± 4.83	175.59 ± 28.93
CIMT 增厚组	62	60.37 ± 11.63	80.03 ± 9.63	137.22 ± 16.72	17.70 ± 7.91	209.04 ± 28.69
<i>t</i>	—	3.03	4.05	4.98	6.66	6.27
<i>P</i>	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 2 腹型肥胖组与非腹型肥胖组观察指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	<i>n</i>	HOMA-IR	趋化素/(pg/mL)	SFA/cm ²	CIMT/mm
非腹型肥胖组	68	9.28 ± 4.71	48.54 ± 5.28	170.66 ± 20.51	0.87 ± 0.53
腹型肥胖组	49	13.36 ± 4.80	60.00 ± 4.50	224.75 ± 18.56	1.21 ± 0.53
<i>t</i>	—	4.58	12.30	14.64	3.45
<i>P</i>	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

3 讨论

趋化素是一种脂肪因子, 是介导肥胖和 T2DM 之间的一种潜在内分泌联系^[2]。肥胖及 T2DM 等多种代谢性疾病发病的共同的病理生理基础是胰岛素抵抗 (IR), IR 的发生机制复杂多样, 虽然有趋化素影响葡萄糖稳态的证据存在, 但是目前其确切的作用和意义尚不清楚, 因为在体内和体外研究结果存在冲突。在 3T3-L1 脂肪细胞中, 趋化素通过增强胰岛素刺激引起的葡萄糖摄取, 同时增强胰岛素样受体底物-1 酪氨酸的磷酸化水平, 增强胰岛素刺激信号, 从而改善脂肪组织的 IR^[3]。研究^[4]发现, 血清趋化素水平与 IR 关系密切, 趋化素可降低组织对

胰岛素的敏感性和抑制外周组织摄取和利用葡萄糖,从而促进胰岛素抵抗的发展,其机制可能与趋化素下调葡萄糖转运体 2 的表达和活性相关^[5]。本研究结果显示,在 CIMT 增厚组中趋化素、VFA、SFA、胰岛素抵抗相关指标 FINS、HOMA-IR 及 DBP、SBP、TG、TC 均高于 CIMT 正常组,且趋化素与 HOMA-IR 呈正相关关系,与 SELL 等^[4]研究结果一致。因此,趋化素发挥不同的作用,可能是通过内分泌和旁分泌或自分泌方式。

肥胖以体内过多的白色脂肪组织堆积为特征。肥胖病人的脂肪组织中趋化素 mRNA 表达明显增加,循环中趋化素水平也相应增加^[6],白色脂肪组织是趋化素的动态来源。PARLEE 等^[7]研究结果显示,趋化素的有效调节者是与肥胖相关的炎症介质肿瘤坏死因子- α (TNF- α),在瘦素和瘦素受体缺乏的肥胖小鼠模型脂肪组织中,TNF- α mRNA 表达增加,血清总趋化素的水平也增高,且与昼夜节律有关。TNF- α 可激活核转录因子-B 并诱导氧化应激,从而导致血脂异常、糖耐量异常、胰岛素抵抗、高血压、内皮功能障碍和动脉粥样硬化^[8]。BOZAOGLU 等^[9]发现正常的 *Psammomys obesus*(一种 T2DM 和肥胖的模型动物)腹内脂肪组织的趋化素基因和 CMKLR1 基因表达显著高于皮下脂肪组织。研究^[10]发现,血清趋化素水平与肥胖密切相关,内脏脂肪组织及皮下脂肪组织趋化素 mRNA 的表达量均与血清趋化素水平呈正相关。超重肥胖组中网膜脂肪组织与皮下脂肪组织的趋化素 mRNA 水平则未见差异。本研究结果显示,腹型肥胖组趋化素水平高于非腹型肥胖组。趋化素与 SBP、DBP、TC、TG、BMI、FINS、HOMA-RI、VFA、SFA、CIMT 呈正相关关系,趋化素、SFA 是 VFA 的相关因素。因此,本研究的结果揭示了,趋化素水平的升高与脂肪组织密切相关,可能是内脏脂肪组织和皮下脂肪组织协同介导的过程,具体调节的机制目前还不是很明确,需要进一步深入研究。

动脉粥样硬化(AS)是糖尿病血管并发症的病理特征,CIMT 是 AS 的标志,可评价糖尿病病人是否合并大血管病变的主要指标。趋化素可能参与动脉粥样硬化的发生发展过程。本研究结果显示 VFA、趋化素、FINS 是 CIMT 增厚的危险因素。一方面,内膜泡沫细胞的形成是早期 AS 的特征性病理改变。研究显示,趋化素增加巨噬细胞对胆固醇的摄取显著,并且巨噬细胞中胆固醇过度积聚形成泡沫细胞,可导致粥样硬化斑块形成^[7]。另一方面,

趋化素趋化巨噬细胞和树突状淋巴细胞跨血管内皮向炎症部位聚集,释放 TNF- α 、IL-6 等多种炎症因子^[7],损伤血管内皮细胞,使血管通透性增加,诱发血栓形成,从而引起 AS^[11]。本研究为横断面研究,而且研究样本量较少,有待于进一步的大样本前瞻性研究来证实。

综上所述,2 型糖尿病病人血清趋化素水平与 VFA、CIMT 密切相关,趋化素、VFA 是 CIMT 的相关因素,趋化素、VFA 能够促进 T2DM 病人 CIMT 增厚,是一种危险因素,参与 T2DM 病人 AS 的发生、发展。深入研究趋化素与 VFA 含量的变化关系以及具体的分子机制,可为 T2DM 大血管病变的防治提供新思路,具有重要价值。

[参 考 文 献]

- [1] LACHINE NA, ELNEKIEDY AA, MEGALLAA MH, *et al.* Serum chemerin and high-sensitivity C reactive protein as markers of subclinical atherosclerosis in Egyptian patients with type 2 diabetes [J]. *Ther Adv Endocrinol Metab*, 2016, 7(2): 47.
- [2] ROMAN AA, PARLEE S D, SINHAL CJ. Chemerin: a potential endocrine link between obesity and type 2 diabetes [J]. *Endocrine*, 2012, 42(2): 243.
- [3] TAN BK, CHEN J, FARHATULLAH S, *et al.* Insulin and metformin regulate circulating and adipose tissue chemerin [J]. *Diabetes*, 2009, 58(9): 1971.
- [4] SELL H, ECKEL J. Chemotactic cytokines, obesity and type 2 diabetes; in vivo and in vitro evidence for a possible causal correlation? [J]. *Proc Nutr Soc*, 2009, 68(4): 378.
- [5] DAUDT LD, MUSSKOPF ML, MENDEZ M. Association between serum chemerin concentrations and clinical indices in obesity or metabolic syndrome: a meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2014, 9(12): e113915.
- [6] CHAKAROUN R, RASCHPICHLER M, KLÖTING N, *et al.* Effects of weight loss and exercise on chemerin serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity [J]. *Metabolism*, 2012, 61(5): 706.
- [7] PARLEE SD, ERNST MC, MURUGANANDAN S, *et al.* Serum chemerin levels vary with time of day and are modified by obesity and tumor necrosis factor- α [J]. *Endocrinology*, 2010, 151(6): 2590.
- [8] SONNENBERG GE, KRAKOWER GR, KISSEBAH AH. A novel pathway to the manifestations of metabolic syndrome [J]. *Obesity Res*, 2004, 12(2): 180.
- [9] BOZAOGLU K, BOLTON K, MCMILLAN J, *et al.* Chemerin is a novel adipokine associated with obesity and metabolic syndrome [J]. *Endocrinology*, 2007, 148(10): 4687.
- [10] 王玲艳, 于浩泳, 魏丽. 脂肪组织 chemerin 及其受体 chemerinR 基因表达与肥胖及 2 型糖尿病的关系 [J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2017, 37(3): 352.
- [11] 刘俊田. 动脉粥样硬化发病的炎症机制的研究进展 [J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2015, 36(2): 141.