

中老年人群高尿酸血症与糖脂代谢紊乱及膳食因素的关系研究

朱佳妮¹, 齐心月¹, 谭 杨², 吕晓华^{1△}

1. 四川大学华西公共卫生学院 营养食品卫生学与毒理学系(成都 610041); 2. 成都市卫生执法监督支队(成都 610016)

【摘要】 目的 探讨中老年人群高尿酸血症和糖脂代谢紊乱及膳食因素之间的关系。**方法** 随机抽取 183 例社区卫生服务中心体检人员及 241 例住院呼吸类疾病患者为调查对象, 调查两组人群高尿酸血症、糖脂代谢紊乱的患病情况, 并采用半定量食物频率问卷了解非住院组调查对象的膳食状况。**结果** ①两组人群中, 男性高尿酸血症检出率均高于女性($P<0.01$)。②男性、高血糖水平、高胆固醇血症、高甘油三酯血症, 畜禽肉类、酒类、能量及脂类的过量摄入可能增加高尿酸血症的患病风险($P<0.05$); 蔬果类的适量摄入可能降低高尿酸血症的患病风险($P<0.01$)。**结论** 高尿酸血症与糖脂代谢紊乱及膳食因素关系密切。及早对高危人群进行糖脂代谢监测及膳食干预, 对高尿酸血症防治有重要意义。

【关键词】 中老年人群 高尿酸血症 糖脂代谢紊乱 膳食 营养素

Dietary Factors Associated with Hyperuricemia and Glycolipid Metabolism Disorder in Middle-aged and Elderly People
ZHU Jia-ni¹, QI Xin-yue¹, TAN Yang², LYU Xiao-hua^{1△}. 1. Department of Nutrition, Food Hygiene and Toxicology, West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Chengdu Health Supervision of Law Enforcement Detachment, Chengdu 610016, China

△ Corresponding author, E-mail: luxiaohua@scu.edu.cn

【Abstract】 Objective To identify dietary factors associated with glycolipid metabolism disorder and hyperuricemia in middle-aged and elderly people. **Methods** 183 visitors to a community health service center for physical examinations and 241 respiratory patients admitted to a hospital ward were randomly selected. The prevalence of hyperuricemia and dyslipidemic diabetics in the two groups of participants was investigated. Dietary information was collected using a semi-quantitative food frequency questionnaire. **Results** ① Male participants had a higher level of prevalence of hyperuricemia than female ($P<0.01$). ② Hypoglycemia, hypercholesterolemia, hypertriglyceridemia and excessive intake of meat, poultry, alcohol, energy and fat were risk factors of hyperuricemia ($P<0.05$); whereas, moderate intake of vegetables and fruits were protective factors ($P<0.01$). **Conclusion** Hyperuricemia is associated with glycolipid metabolism disorder and dietary factors. Early monitoring of glucose and lipid metabolism and dietary interventions in high risk population may play an important role in the prevention of hyperuricemia.

【Key words】 Middle-aged and elderly people Hyperuricemia Glycolipid metabolism disorder
Dietary Nutrient

近年来,世界各国人群高尿酸血症的发病率逐年上升,并有年轻化趋势,已成为全球关注的公共卫生问题^[1]。根据美国国家胆固醇教育计划成人治疗指南Ⅲ,高血糖及血脂异常称为糖脂代谢紊乱,是代谢综合征的构成组分^[2]。有研究显示高尿酸血症常与糖脂代谢紊乱共存^[3,4],本研究拟通过分析中老年人群高尿酸血症与糖脂代谢紊乱的关系,并从膳食种类及营养素摄入的角度分析高尿酸血症的影响因素,为高尿酸血症的预防和早期诊断治疗提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

1.1.1 非住院组 采用随机整群抽样方法选取 2011 年 1 月至 2012 年 1 月在成都市玉林社区卫生服务中心接受体检的 35 岁以上人员作为研究对象,排除确诊的肾脏疾病患者、痛风患者和与高尿酸血症相关的冠心病、高血压病等慢性疾病患者,最终纳入调查对象 183 例,其中男性 134 例,女性 49 例。

1.1.2 住院组 2011 年 1 月至 2012 年 4 月在四川大学华西医院金卡病房住院的 35 岁及以上呼吸类疾病患者,排除严重肝、肾、肺和甲状腺疾病,恶性

肿瘤等导致血尿酸升高的疾病患者,共纳入调查对象 241 例,其中男性 165 例,女性 76 例。纳入者均未服用影响尿酸代谢及排泄的药物。

以上两组调查对象均根据 1.3.3 中高尿酸血症诊断标准分别分为高尿酸血症组和血尿酸正常组两亚组。

1.2 主要仪器和试剂

血尿酸、总胆固醇、甘油三酯、血糖的检测均采用全自动生化仪(Roche Modular P800/D2400)及其与之相匹配原装试剂盒。

1.3 研究内容

1.3.1 膳食调查 参考《中国居民营养与健康状况调查技术工作规范》食物频率问卷,结合当地饮食习惯选择经常食用的 11 类 82 种食物编制成半定量食物频率问卷,调查非住院组半年来食物摄入频率和平均摄入量,回收有效问卷 183 份,应答率 100%。通过营养计算器标准版(北京博闻时讯科技有限公司)计算能量及营养素摄入量。

1.3.2 实验室检测 清晨空腹静脉采血,测定血尿酸、总胆固醇和甘油三酯、空腹血糖。非住院组血样由玉林社区卫生服务中心统一采集,送往四川大学华西医院实验医学科检测并出具检验报告;住院组由四川大学华西医院实验医学科于患者入院时首次采集血样检测并出具检验报告。

1.3.3 诊断标准 高尿酸血症诊断标准:按照 2012 年《无症状高尿酸血症合并心血管疾病诊治建议中国专家共识》,男性血尿酸 $>420\text{ }\mu\text{mol/L}$,女性 $>360\text{ }\mu\text{mol/L}$ ^[5];糖脂代谢紊乱诊断标准:按照人民卫生出版社《内科学》2013 版^[6],空腹血糖 $\geq 7.0\text{ mmol/L}$ 为高血糖症,总胆固醇 $\geq 5.72\text{ mmol/L}$ 为高胆固醇血症,甘油三酯 $\geq 1.7\text{ mmol/L}$ 为高甘油三酯血症。

1.3.4 调查问卷质量控制 经查阅文献、专题小组讨论、临床医生评阅编制调查问卷,进行信度和效度检验,并进行预调查。调查员经统一培训,负责问卷的发放、回收和检查。

1.4 统计学方法

计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,计数资料以百分率表示。组间比较采用 χ^2 检验,糖脂代谢紊乱及膳食因素等与高尿酸血症的相关性分析采用非条件 logistic 回归分析, $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 调查对象基本情况

非住院组年龄(48.8 ± 10.2)岁,住院组年龄(48.3 ± 6.6)岁,两组差异无统计学意义($P>0.05$);非住院组高尿酸血症检出率 $[39.8\%(72/183)]$ 高于住院组 $[13.7\%(33/241)]$,差异有统计学意义($P<0.05$);非住院组男女性别比为 2.73:1,住院组男女性别比为 2.17:1,两组性别构成比差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 调查对象高尿酸血症检出率

如表 1 所示,两组人群男性调查对象高尿酸血症检出率均高于女性($P<0.05$),非住院组男、女性高尿酸血症检出率均高于住院组($P<0.05$)。如表 2 所示,住院组和非住院组年龄段 41~50 岁、51~60 岁组高尿酸血症检出率均高于年龄段 35~40 岁组;住院组年龄段 51~60 岁组高尿酸血症检出率高于 41~50 岁组($P<0.05$);非住院组各年龄段高尿酸血症检出率均高于住院组($P<0.05$)。

表 1 不同性别调查对象高尿酸血症检出率〔例数(%)〕
Table 1 Prevalence of hyperuricemia in the participants by gender〔case (%)〕

Gender	Non-inpatient group		Inpatient group	
	<i>n</i>	Hyperuricemia	<i>n</i>	Hyperuricemia
Male	134	65 (48.5)*·#	165	53 (32.1)#
Female	49	7 (14.3)*	76	2 (2.6)

* $P<0.05$, vs. inpatient group; # $P<0.05$, vs. female in the same group

表 2 不同年龄调查对象高尿酸血症检出率〔例数(%)〕
Table 2 Prevalence of hyperuricemia in the participants by age〔case (%)〕

Age (yr.)	Non-inpatient group		Inpatient group	
	<i>n</i>	Hyperuricemia	<i>n</i>	Hyperuricemia
35-40	41	13 (31.7)*	33	6 (18.1)
41-50	75	30 (42.9)*·#	130	32 (24.6)#
51-60	67	29 (43.2)*·#	78	17 (21.8)#·△

* $P<0.05$, vs. inpatient group; # $P<0.05$, vs. age of 35-40 yr. in the same group; △ $P<0.05$, vs. age of 41-50 yr. in the same group

2.3 高尿酸血症与糖脂代谢紊乱的关系

2.3.1 调查对象高脂血症及血糖代谢紊乱检出率 如表 3 所示,非住院组调查对象高尿酸血症组中高胆固醇血症、高甘油三酯血症检出率高于血尿酸正常组($P<0.01$);住院组调查对象高尿酸血症组中高甘油三酯血症、高血糖检出率高于血尿酸正常组($P<0.01$)。

2.3.2 高尿酸血症与糖脂代谢紊乱的相关性 如表 4 所示,男性、高胆固醇血症、高甘油三酯血症可能增加住院组调查对象高尿酸血症的患病风险

($P<0.05$);男性、高血糖水平、高甘油三酯血症可能增加非住院组调查对象高尿酸血症的患病风险($P<0.05$)。

2.4 高尿酸血症与膳食因素的关系

2.4.1 非住院组调查对象各类食物摄入量 如表 5 所示,男性高尿酸血症组奶类、畜禽肉类、水产类及酒类摄入量高于血尿酸正常组($P<0.05$);女性高尿酸血症组粮谷类和畜禽肉类摄入量高于血尿酸

表 3 调查对象糖脂代谢紊乱检出率

Table 3 Prevalence of hyperlipidemia and glycometabolic disorder in the participants

Group	Non-inpatient group			Inpatient group		
	Hypercholesteremia	Hypertriglyceridemia	Hyperglycemia	Hypercholesteremia	Hypertriglyceridemia	Hyperglycemia
Hyperuricemia	23.6% (17/72) **	63.9% (46/72) **	18.1% (13/72)	9.7% (5/55)	45.5% (25/55) **	32.7% (18/55) *
Normouricemia	8.1% (9/111)	27.9% (31/111)	10.8% (12/111)	9.1% (18/186)	26.3% (49/186)	18.8% (35/186)

* $P<0.05$, * * $P<0.01$, vs. normouricemia group

表 4 高尿酸血症与糖脂代谢紊乱的相关性

Table 4 Association between hyperuricemia and dyslipidemic diabetics

	Variable	Odds ratio (95% confidence interval)	P
Inpatient group	Male	3.652 (1.709,7.120)	0.001
	Female	1 (ref)	
	Hypercholesteremia	3.741 (1.895,6.794)	0.001
	TC<5.72 mmol/L	1 (ref)	
	Hypertriglyceridemia	3.267 (1.885,5.704)	0.000
Non-inpatient group	TG<1.7 mmol/L	1 (ref)	
	Male	2.405 (1.437,4.025)	0.001
	Female	1 (ref)	
	FBG≥7.0 mmol/L	1.543 (1.020,2.542)	0.031
	FBG<7.0 mmol/L	1 (ref)	
	Hypertriglyceridemia	1.881 (1.104,2.891)	0.015
	Hriglyceride<1.7 mmol/L	1 (ref)	

TC: Total cholestero; TG: Triglyceride; FBG: Fasting blood glucose

表 5 非住院组调查对象各类食物摄入量(g, $\bar{x}\pm s$)

Table 5 Food intake of the participants from the community health service centre (g, $\bar{x}\pm s$)

Food daily intake	Male (n=134)		Female (n=49)	
	Hyperuricemia	Normouricemia	Hyperuricemia	Normouricemia
Cereals	387±83	383±71	300±48 *	269±54
Legume	80±47	76±34	62±44	80±50
Milk	110±90 *	81±74	106±69	109±84
Eggs	63±36	63±22	45±44	43±25
Meat	235±62 * *	190±58	195±51 * *	145±49
Seafood	61±30 * *	41±25	43±19	35±23
Vegetables	477±180	508±216	468±173 * *	670±190
Oil and fat	20±6	19±7	21±8	20±9
Wine	73±53 * *	15±13	4±3	2±1

* $P<0.05$, * * $P<0.01$, vs. normouricemia group of the same gender

正常组($P<0.05$),蔬果类食物摄入量低于血尿酸正常组($P<0.01$)。

2.4.2 非住院组调查对象能量与营养素摄入量 如表 6 所示,男性高尿酸血症组能量、蛋白质、胆固醇、维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、尼克酸、钙、镁和钠摄入量均高于血尿酸正常组($P<0.01$)。女性高尿酸血症组尼克酸摄入量高于血尿酸正常组($P<0.05$),

维生素 C 摄入量低于血尿酸正常组($P<0.01$)。

2.4.3 高尿酸血症与膳食因素的相关性 如表 7 所示,畜禽肉类、酒类、能量及脂类的过量摄入可能增加非住院组调查对象高尿酸血症的患病风险($P<0.05$);蔬果类的适量摄入可能降低非住院组调查对象高尿酸血症的患病风险($P<0.01$)。

表 6 非住院组调查对象能量与营养素摄入量($\bar{x}\pm s$)

Table 6 Energy and nutrient intake of the participants from the community health service centre ($\bar{x}\pm s$)

Nutrient daily intake	Male (<i>n</i> =134)		Female (<i>n</i> =49)	
	Hyperuricemia	Normouricemia	Hyperuricemia	Normouricemia
Energy (kcal)	2 693±410 * *	2 280±279	1 909±210	1 801±290
protein (g)	110±20 * *	88±21	75±14	65±14
Lipid (g)	89±18	86±16	70±17	62±17
Carbohydrate (g)	340±57	329±46	263±32	251±48
Cholesterol (mg)	755±255 * *	654±178	550±320	464±160
Vitamin C (mg)	100±40	96±42	98±40 * *	140±43
Vitamin A (μgRE)	1 790±940 * *	1 201±540	1 704±761	1 275±809
Vitamin B ₁ (mg)	1. 20±0. 20 * *	1. 11±0. 16	0. 90±0. 11	0. 90±0. 18
Vitamin B ₂ (mg)	1. 60±0. 40 * *	1. 31±0. 30	1. 31±0. 36	1. 23±0. 37
Niacin (mg)	26±5 * *	21±4	20±3 *	17±4
Calcium (mg)	500±140 * *	427±130	384±124	470±169
Magnesium (mg)	358±60 * *	317±50	259±38	285±56
Sodium (mg)	756±195 * *	681±152	574±144	525±133

* *P*<0.05, * * *P*<0.01, vs. normouricemia group of the same gender

表 7 非住院组高尿酸血症与膳食因素的相关性

Table 7 Association between hyperuricemia and dietary factors in non-inpatient group

Variable	Odds ratio (95% confidence interval)	<i>P</i>
Meat	1. 767 (1. 105, 2. 631)	0. 005
Vegetables	0. 879 (0. 832, 0. 899)	0. 004
Wine	1. 201 (1. 190, 1. 216)	0. 000
Energy	1. 133 (1. 108, 1. 156)	0. 003
Lipid	1. 245 (1. 195, 1. 283)	0. 031

3 讨论

我国正逐步进入老龄化社会,中老年人是营养相关性慢性疾病的高危人群。随着生活水平提高、饮食结构变化和相关疾病的影响,高尿酸血症的患病率逐年升高。本研究发现,不同性别、不同年龄阶段高尿酸血症的检出率有明显差异。男性的检出率明显高于女性。血尿酸水平随年龄增长呈正相关,青春期后男性血尿酸水平逐渐增高,而女性更年期后才迅速上升至男性相似水平,原因是男性睾酮升高及更年期后女性分泌雌二醇减少,均影响尿酸盐转运因子 mRNA 的表达,导致尿酸的排泄能力下降^[7]。因此,男性及更年期后女性应积极采取措施防止高尿酸血症的发生发展。

高血糖及血脂异常称为糖脂代谢紊乱^[2]。本研究中发现,高尿酸血症与糖脂代谢紊乱的关系密切。高血糖为高尿酸血症的危险因素,原因是糖代谢异常时,代偿性增高的胰岛素促进肾脏对尿酸重吸收,降低尿酸的排泄。此外,胰岛素抵抗使肝脏合成脂肪增加,导致嘌呤代谢紊乱和血尿酸增高^[8],结果提示空腹血糖受损者应警惕血尿酸水平增高。本研究

显示高尿酸血症与血脂代谢异常,尤其是高甘油三酯血症呈正相关。其可能机制为胰岛素抵抗引起甘油三酯和胆固醇水平同时升高导致体内酮体相应增多,使肾脏排泄尿酸功能下降;同时,脂代谢异常可累及入球微动脉及出球微动脉,造成病变血管狭窄甚至闭塞,导致肾脏清除尿酸减少^[9,10]。

本研究发现由于慢性疾病影响,住院组人群改善膳食模式,不能有效反映其对全人群高尿酸血症的影响,故膳食调查纳入非住院组。结果显示,畜禽肉类、酒类、能量及脂类的过量摄入可能增加高尿酸血症的患病风险;蔬果类的适量摄入可能降低高尿酸血症的患病风险。畜禽肉类含嘌呤较高,过量摄入将引起血尿酸水平增高^[11,12]。酒精摄入使机体乳酸生成增多,而乳酸对尿酸排泄有竞争性抑制作用^[13]。能量及脂类的过量摄入易导致肥胖及血脂代谢紊乱,可增加高尿酸血症的发生风险^[13]。蔬菜水果类是碱性食物,膳食中增加蔬菜水果的摄入量可碱化尿液,使尿酸的溶解度增高,利于尿酸排泄^[12]。

在我国,高尿酸血症的患病率逐年增高。按照慢性非传染性疾病三级预防策略,发现与高尿酸血症相关的危险因素有利于识别发生高尿酸血症的高危人群,及早采取相应措施进行防治。糖脂代谢紊乱及膳食因素在高尿酸血症的发生和发展中起重要作用,高危人群的预防应针对疾病的特点,对上述危险因素进行监测和干预。建议高尿酸血症高危人群及患者应改变生活方式和膳食结构,积极治疗相关疾病,限制高能量、高脂肪及富含核蛋白和嘌呤的食物摄入,勿过量饮酒,并增加新鲜蔬菜水果的摄入。

本研究首次从膳食种类及营养素摄入的角度分析高尿酸血症的影响因素,以指导人群日常膳食,从而降低高尿酸血症的发生风险;同时从一般人群及住院人群分析高尿酸血症的影响因素,使结论更具指导意义。住院组调查对象多为慢性疾病患者,作为高危人群,长期治疗过程中接受降低血尿酸的药物及行为干预,并改变自身生活方式及膳食结构,使高尿酸血症检出率降低。这提示住院患者降低血尿酸相关干预是可行的,建议促进非住院人群血尿酸检测与降低相关策略的实施。

参 考 文 献

- Karis E, Crittenden DB, Pillinger MH. Hyperuricemia, gout, and related comorbidities: cause and effect on a two-way street. *South Med J*, 2014;107(4):235-241.
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the Third report of the national cholesterol education program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 2001;285(19):2486-2497.
- Chen JH, Yeh WT, Chuang SY, *et al*. Gender-specific risk factors for incident gout: a prospective cohort study. *Clin Rheumatol*, 2012;31(2):239-245.
- Ye X, Cao Y, Gao F, *et al*. Elevated serum uric acid levels are independent risk factors for diabetic foot ulcer in female Chinese patients with type 2 diabetes. *J Diabetes*, 2014;6(1):42-47.
- 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会循证医学专业委员会. 无症状高尿酸血症合并心血管疾病诊治建议中国专家共识. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2010;2(3):49-55.
- 葛均波, 徐永健, 梅长林等. 内科学. 北京: 人民卫生出版社, 2013:741-765.
- 丁丽丽, 姚 华, 姚文海等. 不同年龄男性高尿酸血症危险因素分析. *临床内科杂志*, 2005;22(7):474-476.
- Yuan HJ, Yang XG, Shi XY, *et al*. Association of serum uric acid with different levels of glucose and related factors. *Chin Med J (Engl)*, 2011;124(10):1443-1448.
- Karalis DG. Intensive lowering of low-density lipoprotein cholesterol levels for primary prevention of coronary artery disease. *Mayo Clin Proc*, 2009;84(4):345-352.
- Assmann G, Cullen P, Erbey J, *et al*. Plasma sitosterol elevations are associated with an increased incidence of coronary events in men: results of a nested case-control analysis of the prospective cardiovascular minster (PR (X; AM) study. *Nutr Metab cardiovasc Dis*, 2006;16(1):13-21.
- 蔡东联. 实用营养学. 北京: 人民卫生出版社, 2005:426-428.
- 黄承钰. 疾病营养治疗. 成都: 四川大学出版社, 2006:321-323.
- Kedar E, Simkin PA. A perspective on diet and gout. *Adv Chronic Kidney Dis*, 2012;19(6):392-397.
- (2015-03-02 收稿, 2015-08-23 修回)
- 编辑 汤 洁
- (上接第 67 页)
- Enquobahrie DA, Williams MA, Qiu C, *et al*. Early pregnancy lipid concentrations and the risk of gestational diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*, 2005;70(2):134-142.
- Li G, Kong L, Zhang L, *et al*. Early pregnancy maternal lipid profiles and the risk of gestational diabetes mellitus stratified for body mass index. *Reproduct Sci*, 2015;22(6):712-717.
- 王 爽, 杨慧霞. 妊娠期糖尿病发病的危险因素分析. *中华妇产科杂志*, 2014;49(5):321-324.
- 蔡李倩, 范岩峰, 许榕仙. 膳食营养成分及体重增长对妊娠期糖尿病发病的影响. *中国妇幼保健*, 2013;28(33):5517-5520.
- Facchinetti F, Dante G, Petrella E, *et al*. Dietary interventions, lifestyle changes, and dietary supplements in preventing gestational diabetes mellitus: a literature review. *Obstet Gynecol Survey*, 2014;69(11): 669-680.
- Oken E, Ning Y, Rifas-Shiman SL, *et al*. Associations of physical activity and inactivity before and during pregnancy with glucose tolerance. *Obstet Gynecol*, 2006;108(5): 1200.
- 鄢盛恺, 周 新, 范 侠等. 关于临床血脂测定的建议. *中华检验医学杂志*, 2003;26(3):182-184.
- 杨慧霞, 徐先明, 王子莲等. 妊娠合并糖尿病诊治指南(2014). *中华妇产科杂志*, 2014;49(8):561-568.
- 王 娇, 许榕仙, 张雪芹等. 妊娠期糖代谢异常对妊娠结局影响. *中国公共卫生*, 2012;28(11):1400-1402.
- 梁西岚, 孔敏莉, 侯春阳等. 妊娠期糖尿病对母婴影响的临床研究. *河北医学*, 2011;17(8):1082-1084.
- Bellamy L, Casas JP, Hingorani AD, *et al*. Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 2009;373(9677):1773-1779.
- Savvidou M, Nelson SM, Makgoba M, *et al*. First-trimester prediction of gestational diabetes mellitus: examining the potential of combining maternal characteristics and laboratory measures. *Diabetes*, 2010;59(12):3017-3022.
- 景小凡, 乔 蓉, 李 鸣等. 妊娠期糖尿病危险度评价模型初步研究. *四川大学学报(医学版)*, 2011;42(3):353-357.
- 黄旭珊, 匡芳梅. 正常妊娠妇女血脂水平分析和临床意义. *社区医学杂志*, 2009;7(17):31-32.
- 诸俊仁. 中国成人血脂异常防治指南. *中华心血管病杂志*, 2007;35(5):390-419.
- Vrijkotte TG, Krukziener N, Hutten BA, *et al*. Maternal lipid profile during early pregnancy and pregnancy complications and outcomes: the ABCD study. *J Clin Endocrinol Metabol*, 2012;97(11):3917-3925.
- De Graaf J, Hak-Lemmers HL, Hectors MP, *et al*. Enhanced susceptibility to *in vitro* oxidation of the dense low density lipoprotein sub-fraction in healthy subjects. *Arterioscl Throm Vas*, 1991;11(2):298-306.
- Hurt-Camejo E, Camejo G, Rosengren B, *et al*. Effect of arterial proteoglycans and glycosaminoglycans on low density lipoprotein oxidation and its uptake by human macrophages and arterial smooth muscle cells. *Arterioscl Throm Vas*, 1992;12(5):569-583.
- Kajimoto Y, Kaneto H. Role of oxidative stress in pancreatic β -cell dysfunction. *Ann New York Acad Sci*, 2004;1011(1): 168-176.
- Kelley DE, Goodpaster BH. Skeletal muscle triglyceride. An aspect of regional adiposity and insulin resistance. *Diabetes Care*, 2001;24(5):933-941.
- (2015-05-12 收稿, 2015-10-10 修回)
- 编辑 沈 进