

论著 · 临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.35.019

协同糖尿病管理模式对糖尿病患者代谢指标的影响

梁泽容,田 晶

(重庆市红十字会医院/江北区人民医院内分泌科,重庆 400020)

[摘要] **目的** 探讨协同糖尿病管理模式对糖尿病患者代谢指标的影响。**方法** 选取 2014 年 5 月至 2015 年 5 月在该院起始基础胰岛素(INS)治疗的 366 例 2 型糖尿病(T2DM)患者,给予医生-护士-患者三者相互协同管理,以糖尿病治疗的 5 项基本措施为指导,结合饮食、运动、药物进行治疗,同时行自我血糖监测及糖尿病教育,共 312 例患者完成 3 个月随访,比较接受协同糖尿病管理前后各项代谢指标的变化情况。**结果** 312 例完成随访的患者接受协同糖尿病管理后其空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平及收缩压均低于管理前,差异均有统计学意义($P<0.05$);通过协同管理,74.8%的患者 FPG 水平达到医生设定目标,70.2%的患者 $FPG\leq 7.0$ mmol/L;随访 3 个月后完成管理组 FPG 达标率与未完成管理组比较,差异均有统计学意义(均 $P=0.001$)。完成管理的患者 FPG 水平低于未完成者,差异有统计学意义($P=0.005$)。**结论** 医生-护士-患者三者协同的规范化糖尿病管理模式能够较好地控制患者的各项代谢指标,促进糖尿病患者的自我管理,对稳定血糖起到了良好的效果。

[关键词] 糖尿病,2 型;协同管理模式;血糖

[中图分类号] R473.5;R587.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2016)35-4959-04

The effects of the doctor-nurse-patient based collaborative model of diabetes management
on metabolism markers in patients with diabetes mellitus

Liang Zerong, Tian Jing

(Department of Endocrinology, Chongqing Red Cross Hospital/People's Hospital
of Jiangbei District, Chongqing 400020, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effects of the doctor-nurse-patient based collaborative model of diabetes mellitus management on metabolism markers in patients with diabetes mellitus. **Methods** A total of 366 cases of patients with type 2 diabetes mellitus who started receiving insulin(INS)therapy in our hospital from May 2014 to May 2015 were selected, and were given doctor-nurse-patient based collaborative model of diabetes mellitus, including diet control, exercise control, drug therapy, diabetes education and self-monitoring of blood glucose. Among them, 312 cases of patients accomplished 3-months follow-up. The levels of metabolism markers before and after accepting diabetes mellitus management were compared. **Results** After accomplishing 3 months diabetes management, the FPG, HbA1c, TC and LDL-C levels and SBP in the 312 cases of patients with diabetes mellitus were obviously lower than those before accepting management, the differences were statistically significant ($P<0.05$). After collaborative model of diabetes mellitus management, the level of FPG in 74.8% of patients was reached at the objective level set up by doctors, meanwhile that in 70.2% of patients was 7.0 mmol/L or less, there was statistically significant difference in the standard-reaching rate of FPG level compared with the patients who did not complete the management course ($P=0.001$). The level of FPG in patients who completed the entire management course was significantly lower than that in those patients who did not complete the entire management course, the difference was statistically significant ($P=0.005$). **Conclusion** The doctor-nurse-patient based collaborative model of diabetes mellitus management can effectively control metabolism markers levels and stimulate self-management in patients with diabetes mellitus, which could play an important role for stabilizing blood sugar.

[Key words] diabetes mellitus, type 2; collaborative management model; blood glucose

随着经济的发展和人们生活水平的提高,糖尿病的发病率与日俱增,据最新流行病学调查显示,我国 18 岁及以上成人糖尿病患病率为 11.6%,糖尿病前期患病率为 50.1%^[1]。糖尿病患者长期血糖控制不佳将会导致全身多器官损伤,严重影响患者的生活质量。研究表明,严格控制血糖是防止糖尿病各种慢性并发症最有效的方法^[2-3]。《中国 2 型糖尿病防治指南(2013 年版)》强调,糖尿病是一种终身性疾病,患者的行为和自我管理能力是糖尿病控制成功与否的关键因素^[4]。因此,糖尿病的控制不是传统意义上的降糖治疗,而是系统化的规范管理,应建立完善的糖尿病教育和管理体系,为患者提供生活方式干预和药物治疗的个体化指导,使患者学会自我管理,最终

实现糖尿病治疗的近期目标和远期目标。但是,目前传统的糖尿病教育模式常常以患者为主体,通过集体授课的方式进行,形式单一,内容枯燥,患者被动接受知识,难以达到预期效果。本研究采取多种形式的强化指导、随访、教育,由患者、医生、护士三者共同参与,增加彼此的互动与交流,从饮食、运动、药物治疗、自我血糖监测等多方面对患者制定一对一个体化指导,及时发现问题、解决问题,以提高患者积极性、依从性为主,从而分析协同糖尿病管理模式对糖尿病患者代谢指标的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2014 年 5 月至 2015 年 5 月在本院起始基础胰岛素(INS)治疗,并愿意系统接受为期 3 个月糖尿病管

表 1 糖尿病管理前后各项代谢指标水平比较 (n=312, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 空腹血糖 (mmol/L) | HbA1c (%) | 血压(mm Hg) | | BMI (kg/m ²) | TG (mmol/L) | TC (mmol/L) | LDL-C (mmol/L) | HDL-C (mmol/L) |
|-----|------------------|--------------|-------------|------------|-----------------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | | 收缩压 | 舒张压 | | | | | |
| 管理前 | 10.74±2.58 | 9.05±1.20 | 148.45±7.25 | 82.65±3.12 | 23.9±3.58 | 2.41±2.06 | 5.34±1.17 | 3.34±1.09 | 1.09±0.45 |
| 管理后 | 6.85±1.17 | 7.16±1.04 | 132.40±6.32 | 79.23±4.58 | 23.4±2.18 | 2.35±1.79 | 5.09±1.05 | 2.58±0.89 | 1.12±0.86 |
| P | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.063 | 0.082 | 0.087 | 0.032 | <0.001 | 0.094 |

理的 2 型糖尿病(T2DM)患者 366 例,男 167 例,女 199 例,其中 312 例患者完成了全部教育随访纳入完成管理组,其余 54 例未完成随访患者纳入未完成管理组。患者平均年龄(55.0±16.3)岁,平均病程(6.11±5.58)年,文化程度均为初中以上。纳入标准:所有 T2DM 患者均符合 1999 年 WHO 诊断及分型标准^[5],患者沟通能力好,生活能够自理,在外院均未进行过正规的糖尿病管理,愿意接受个体化糖尿病教育指导,愿意起始基础 INS 治疗。排除标准:合并糖尿病急性并发症及严重的慢性并发症患者;严重肝肾功能受损患者[肝功能转氨酶高于正常上限 2 倍以上,慢性肾脏病(CKD)分期 4~5 期];严重心肺功能不全患者[心功能Ⅲ~Ⅳ级患者,慢性阻塞性肺疾病(COPD)分级重度 and 极重度患者];INS 过敏患者。

1.2 方法 本研究针对起始基础 INS 糖尿病患者进行为期 3 个月的教育、指导、随访,通过“医生-护士-患者”三者相互配合的模式,采用大课堂、小课堂、一对一指导,住院、门诊、家中管理等多种形式,通过糖尿病现代治疗的五驾马车,即饮食疗法、运动疗法、药物疗法、自我血糖监测及糖尿病教育,帮助起始使用 INS 的患者提升自我管理的知识和技能,促进空腹血糖达标。本研究采用前后自身对比的方法,比较患者规范化教育前后血糖、血脂、血压、体质量指数(BMI)的变化情况。

1.2.1 建立健康档案并进行整体评估 由糖尿病专科医生详细记录患者的基本情况(如性别、年龄、职业、学历、经济状况及通讯电话等),全面掌握患者既往病史、服药和身体状况等所有信息并建立电子档案,在此基础上对患者进行整体评估,介绍项目,签订知情同意书,设定血糖管理方案及空腹血糖目标。

1.2.2 制定治疗计划 由糖尿病专科医生根据对患者的全面评估制定治疗计划。(1)根据患者身高、体质量、劳动强度制定个体化饮食方案,采用简易公式计算理想体质量(kg)=身高(cm)-105,根据理想体质量、工作性质及生活习惯计算每日所需总热量。用食物交换份来调配饮食,教会患者计算每日总热量,合理分配营养素,碳水化合物占全天总热量的 50%~60%,蛋白质含量不超过总热量的 15%,脂肪约占总热量的 30%。将每日总热量按 1/5、2/5、2/5 或 1/3、1/3、1/3 进行三餐分配。(2)根据患者年龄、并发症、糖尿病病程制定个体化运动方案。根据评估情况,制定切实可行的运动方式、次数、强度及每次运动的持续时间等,比如一位没有糖尿病并发症的中年患者,首先选择适合自己的运动,每日做中等强度运动 30 min,再与医务人员沟通,是否应该调整运动方式、饮食和(或)药物。(3)制定基础 INS 起始剂量,每日基础 INS 用量(IU)=0.2×体质量(kg)。(4)根据患者血糖情况制定个体化血糖监测方案,至少每周监测 3 次空腹血糖,制定空腹血糖目标,并教会患者如何正确处理异常的血糖结果。

1.2.3 实施管理计划 (1)入组首日由糖尿病专科护士对患者进行一对一的教育,根据《中国 2 型糖尿病防治指南(2013 年版)》要求,包括:糖尿病自然进程,糖尿病临床表现,如何防治急慢性并发症,个体化治疗目标,个体化生活方式干预措施

和饮食计划,规律运动和运动处方,饮食、运动与口服药、INS 治疗及规范的 INS 注射技术,自我血糖监测等^[4]。(2)每月一次“患教会”大课堂,由所有专科医生、护士长、患者共同参与,通过多媒体、图片教育和实物模型相结合的方法,糖尿病病友相互交流,分享经验教训;现场抽查考核患者,举办糖尿病知识竞赛,以提高患者积极性。(3)每周定期在住院部举办糖尿病小课堂,将患者分为学习小组,由糖尿病专科护士采用幻灯片与现场演示的方式讲解糖尿病知识,发放糖尿病健康教育手册,现场解答患者疑问,根据患者情况提供一对一针对性辅导,重点指导患者如何在家中自我管理。(4)患者入组第 1、2、4、8、12 周门诊随访,由糖尿病专科医生根据患者自身情况进行一对一指导,记录患者每周血糖监测结果,调整饮食、运动及药物治疗方案。

1.3 统计学处理 采用 SPSS18.0 统计软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,管理前后比较采用配对 *t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,比较采用 χ^2 检验;以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 管理前后代谢指标变化 完成随访的 312 例糖尿病患者在接受糖尿病管理 3 个月后,其空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平及收缩压均低于管理前,差异均有统计学意义(*P*<0.05);但 BMI、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平及舒张压比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05),见表 1。

2.2 管理后患者 FPG 及 INS 变化情况 完成随访的患者接受糖尿病管理后 FPG 水平从起始的(10.74±2.58)mmol/L 逐渐下降至 12 周的(6.85±1.17)mmol/L,差异有统计学意义(*P*<0.001);患者接受糖尿病管理的 3 个月 INS 用量波动在 13~15 IU,接收糖尿病管理前后 INS 用量比较,差异无统计学意义(*P*=0.973),见图 1。

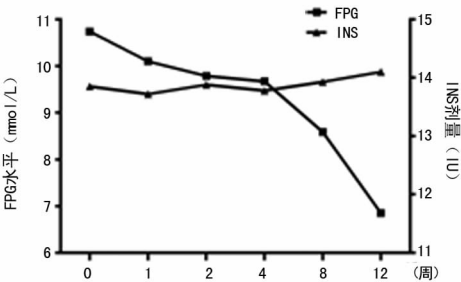
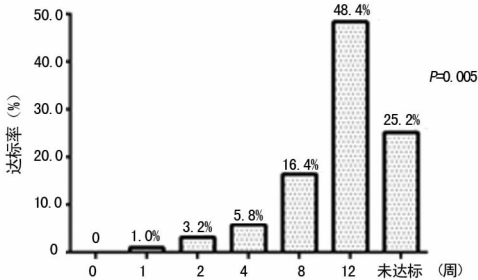


图 1 糖尿病患者 FPG 水平及 INS 剂量变化曲线

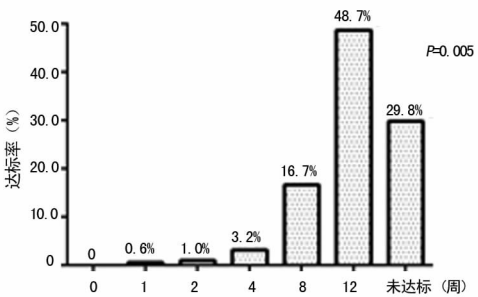
2.3 患者 FPG 达标时间分布情况 以小于或等于医生设定的 FPG 目标水平为达标,在完成 12 周随访的患者中,74.8% (233/312)FPG 水平达到医生设定目标,其中 48.4% (151/312) 的患者在随访第 12 周 FPG 水平达标,与管理前达标率比较,差异有统计学意义(*P*=0.005),见图 2。以 FPG≤7.0 mmol/L 为达标,在完成 12 周随访的患者中,70.2% (219/312) 的患者 12 周 FPG 水平达标,其中 48.7% (152/312) 的患者在

12 周 FPG 水平达标,与管理前达标率比较,差异有统计学意义($P=0.005$),见图 3。



达标:FPG 小于或等于医生 FPG 目标值。

图 2 完成 12 周随访的患者 FPG 水平达标时间分布



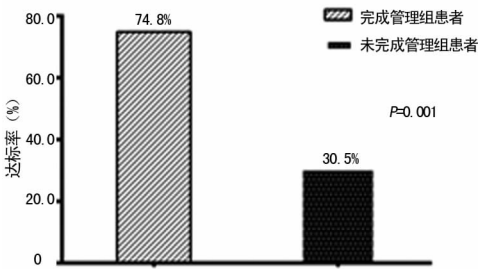
达标:FPG ≤ 7.0 mmol/L。

图 3 完成 12 周随访的患者 FPG 水平达标时间分布

表 2 完成与未完成管理组患者 FPG 水平比价 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)

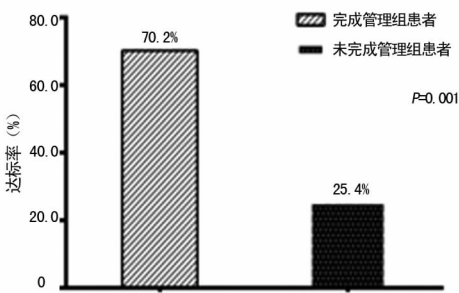
| 组别 | n | FPG(起始) | FPG(12 周) |
|--------|-----|------------------|------------------|
| 完成管理组 | 312 | 10.74 \pm 2.58 | 6.85 \pm 1.17* |
| 未完成管理组 | 54 | 10.95 \pm 2.84 | 8.98 \pm 1.85 |

* : $P=0.005$,与未完成管理组比较。



达标:FPG 小于或等于医生 FPG 目标值。

图 4 完成管理组与未完成管理组达标率的比较



达标:FPG ≤ 7.0 mmol/L。

图 5 完成管理组与未完成管理组达标率的比较

2.4 完成与未完成管理组患者血糖情况比较 完成管理组与未完成管理组患者起始 FPG 水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$);完成 12 周随访后的完成管理组患者 FPG 水平低于未完管理成组,差异有统计学意义($P=0.005$),见表 2。以小于或等于医生设定的 FPG 目标水平或 $FPG\leq 7.0$ mmol/L 为达标,完成管理组患者 FPG 达标率均高于未完成管理组,差异均有统计学意义(均 $P=0.001$),见图 4、5。

3 讨 论

糖尿病是一种慢性、进行性疾病,长期血糖控制不佳,将导致大血管、微血管并发症的发生,严重降低患者生活质量,给家庭、社会带来沉重负担。目前糖尿病尚无法完全治愈,只能通过控制血糖来延缓并发症的发生。早在 1996 年国际糖尿病联盟便提出了糖尿病治疗的 5 项基本措施:饮食治疗、运动治疗、药物治疗、糖尿病教育和自我血糖监测^[4]。其中饮食治疗是糖尿病管理的基本措施,无论糖尿病的类型、病情轻重、应用哪一类药物治疗,均应通过饮食治疗减轻胰岛负担,降低血糖水平。有研究表明,经过饮食干预后患者的血糖及 HbA1c 水平均降低^[6-7]。本研究中,糖尿病专科医生根据患者身高、体质量、劳动强度制定个体化饮食方案,规范了患者的饮食习惯,使每餐尽量定时、定量,因此更有利于控制患者血糖水平。

约 80% 以上的 T2DM 患者超重或肥胖,肥胖和超重不仅是糖尿病的易患因素,还是糖尿病患者发生高血压、血脂异常、慢性并发症的高危因素^[8-10]。规律运动可以减少体脂含量,提高肌肉利用葡萄糖的能力,提高 INS 的敏感性,降低血浆 INS 水平,改善葡萄糖的代谢。但不恰当的运动对病程长,特别是老年患者有可能带来一些不良后果。本研究中,专科医生根据患者年龄、并发症、糖尿病病程制定个体化运动方案,不仅可以达到控制血糖及体质量的目的,还可以避免因过度运动造成的潜在风险。

国际糖尿病联盟将糖尿病健康教育列为一项基本的治疗措施,强调治疗期间需要患者的密切配合^[11]。研究表明,对糖尿病患者加强自我管理教育,可以帮助患者正确认识和对待疾病、改善日常行为、提高自我管理能力,积极配合医生进行科学的治疗,从而改善疾病的病程进展^[12]。此外,自我管理教育也是糖尿病患者减少医疗费用,实现治疗达标的关键因素。但是,目前传统糖尿病教育形式单一,常常针对所有糖尿病人群统一开展,以医护人员为主体,缺乏医患之间的沟通与互动,不够系统化、个体化、形象化,使患者对知识难以吸收,缺乏可操作性,且无后续随访指导,特别是对一些文化程度较低的患者难以真正理解、掌握,对日常血糖管理实践性差。因此,本研究强调医生、护士、患者三者的协同管理与配合,通过大课堂、小课堂、一对一的多种教育形式,采取从住院部、门诊、到家中的一体化管理模式。本研究发现,通过协同模式糖尿病健康管理,能使患者的血糖、血脂、血压各项代谢指标均有不同程度下降。并且本研究显示,完成管理组患者较未完管理成组患者血糖下降明显,血糖达标率增高,治疗效果显著。

自我监测血糖是近 10 年来糖尿病患者管理方法的重要进展之一,也是重要的技术进步,经常观察和记录血糖水平,大大有利于糖尿病患者的治疗和管理。有研究表明,个体化的糖尿病治疗相对传统糖尿病教育更能使患者获益,通过个体化管理可以使糖尿病患者主动、长期地实施医学营养治疗、运动治疗等,通过自我血糖监测可以及时了解血糖状况,有助于指导患者对药物治疗方式及食物摄入、生活方式的纠正^[13-14],从而使血糖尽快达标。

作者发现,接受协同糖尿病管理后,患者 FPG 和 HbA1c 水平明显下降,且 INS 剂量并未明显增加,这反映了该糖尿病管理方式的重要性。同时,无论以医生设定目标值,还是以 FPG ≤ 7.0 mmol/L 作为目标值,大部分患者在 12 周后 FPG 水平达标,尤其以 12 周时达标为主,说明坚持糖尿病管理时间越长,患者的血糖水平达标效果更好。因此,糖尿病管理是一项长期的任务,需要患者、医生、护士三者相互配合,制定周密的计划,采取多种形式强化教育,增加三者之间的互动,综合考虑患者年龄、病程、并发症、生活背景、经济收入、饮食、运动习惯等多方面因素,制定个体化治疗方案,才能达到预期的效果。

综上所述,糖尿病管理作为一项投资少、回报大、简单易行的治疗方案,在糖尿病治疗中起到至关重要的作用,通过“医生-护士-患者”三者协同糖尿病管理模式,采取多种形式健康管理,能提高患者依从性,获得自我管理的能力,从而有效管理血糖,延缓糖尿病并发症的发生。

参考文献

- [1] Xu Y, Wang L, He J, et al. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults [J]. JAMA, 2013, 310 (9): 948-959.
- [2] Fullerton B, Jeitler K, Seitz M, et al. Intensive glucose control versus conventional glucose control for type 1 diabetes mellitus [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2014 (2): CD009122.
- [3] Hemmingsen B, Lund SS, Gluud C, et al. Targeting intensive glycaemic control versus targeting conventional glycaemic control for type 2 diabetes mellitus [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2011 (6): CD008143.
- [4] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2013 年版) [J]. 中华糖尿病杂志, 2014, 30 (8): 26-89.
- [5] 叶任高, 陆再英. 内科学 [M]. 6 版. 北京: 人民卫生出版

社, 2004: 797-814.

- [6] 徐灵莉, 蒋娟, 兰花, 等. 个性化综合饮食护理干预对 2 型糖尿病患者的临床效果研究 [J]. 重庆医学, 2015, 44 (13): 1784-1787.
- [7] 朱静芬, 谢庆文, 戴斐, 等. 2 型糖尿病社区饮食干预效果分析 [J]. 上海交通大学学报 (医学版), 2010, 30 (8): 910-913.
- [8] 阮勇, 王静, 谭擎纓, 等. 糖尿病患者糖化血红蛋白、同型半胱氨酸与冠状动脉狭窄之间的关系 [J]. 中国医刊, 2013, 63 (10): 39-41.
- [9] 谢玲珂, 邢小燕. 肥胖与心血管疾病 [J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32 (10): 751-753.
- [10] 孙英, 高伟, 任瑞珍, 等. 2 型糖尿病患者 215 例血脂谱特点分析及影响因素探讨 [J]. 中国医刊, 2012, 47 (11): 59-60.
- [11] Home P, Haddad J, Latif ZA, et al. Comparison of national/regional diabetes guidelines for the management of blood glucose control in non-western countries [J]. Diabetes Ther, 2013, 4 (1): 91-102.
- [12] Gucciardi E, Chan VW, Manuel L, et al. A systematic literature review of diabetes self-management education features to improve diabetes education in women of Black African/Caribbean and Hispanic/Latin American ethnicity [J]. Patient Educ Couns, 2013, 92 (2): 235-245.
- [13] 亓丽琴, 丘军, 贾冬梅, 等. 糖尿病健康教育研究进展 [J]. 中国冶金工业医学杂志, 2015, 32 (5): 509-511.
- [14] 王静, 章合生, 管玉香, 等. 社区 2 型糖尿病患者自我管理调查与健康教育对策 [J]. 解放军护理杂志, 2014, 31 (13): 55-57.

(收稿日期: 2016-05-22 修回日期: 2016-08-10)

(上接第 4958 页)

- 脉弹性与血清抵抗素的相关性研究 [J]. 中华超声影像学杂志, 2013, 22 (8): 728-729.
- [8] 宋爱霞, 邱波, 韩朝, 等. 脑梗死患者血清 ox-LDL、CRP、MMP-9 水平与颈动脉弹性的相关性研究 [J]. 疑难病杂志, 2015, 14 (12): 1221-1224.
- [9] Tan BK, Adya R, Chen J, et al. Metformin decreases angiogenesis via NF-kappaB and Erk1/2/Erk5 pathways by increasing the antiangiogenic thrombospondin-1 [J]. Cardiovasc Res, 2009, 83 (3): 566-574.
- [10] 张艳红, 冯明. 老年 2 型糖尿病合并代谢综合征患者血清抵抗素水平与胰岛素抵抗的关系研究 [J]. 中国全科医学, 2012, 15 (2): 167-169.
- [11] Menzaghi C, Bacci S, Salvemini L, et al. Serum resistin, cardiovascular disease and all-cause mortality in patients with type 2 diabetes [J]. PLoS One, 2014, 8 (6): e64729.
- [12] 余帆, 徐彤彤, 佐妍, 等. 不同剂量瘦素对 2 型糖尿病大鼠心肌缺血再灌注损伤的影响研究 [J]. 中国全科医学, 2014, 17 (3): 299-303.
- [13] Shanker J, Rao VS, Ravindran V, et al. Relationship of adiponectin and leptin to coronary artery disease, classical cardiovascular risk factors and atherothrombotic biomar-

kers in the IARS cohort [J]. Thromb Haemost, 2012, 108 (4): 769-780.

- [14] Park HY, Kwon HM, Lim HJ, et al. Potential role of leptin in angiogenesis: leptin induces endothelial cell proliferation and expression of matrix metalloproteinases in vivo and in vitro [J]. Exp Mol Med, 2001, 33 (2): 95-102.
- [15] Ouchi N, Walsh K. Cardiovascular and metabolic regulation by the adiponectin/C1q/tumor necrosis factor-related protein family of proteins [J]. Circulation, 2012, 125 (25): 3066-3068.
- [16] 周绍霞, 刘煜敏, 李芹, 等. 脂联素在糖尿病大鼠脑缺血再灌注损伤中的表达及其影响 [J]. 中华神经医学杂志, 2014, 13 (1): 30-35.
- [17] 邓应忠, 曹晨, 郑兴萍, 等. 脂联素在糖尿病心肌缺血再灌注损伤中的变化作用及分子机制 [J]. 中国循环杂志, 2015, 30 (9): 879-883.
- [18] 方士强, 孔德勇, 梅芬, 等. 2 型糖尿病患者血清内脂素和瘦素表达水平及临床意义 [J]. 重庆医学, 2014, 43 (27): 3565-3566, 3569.
- [19] 杨伟, 李耘. 血清抵抗素与老年 2 型糖尿病大血管病变的相关性研究 [J]. 中国全科医学, 2012, 15 (12): 1329-1331.

(收稿日期: 2016-07-09 修回日期: 2016-09-17)