

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.16.012

2 型糖尿病患者血清抵抗素、瘦素、脂联素水平与微血管病变的关系*

王立坤¹,杨占清²,张 军³,杨瑞敏¹,武雪亮⁴,史 丽⁵,王义成^{1△}

(1. 河北北方学院附属第一医院超声医学科,河北张家口 075000;2. 河北省张家口市保县中医院内科 076650;

3. 河北省张家口市桥西区人民医院内科 075000;4. 河北北方学院附属第一医院血管腺体外科,

河北张家口 075000;5. 河北北方学院附属第一医院内分泌科,河北张家口 075000)

[摘要] **目的** 探讨 2 型糖尿病患者血清抵抗素、瘦素、脂联素水平与微血管病变的关系。**方法** 选择河北北方学院附属第一医院 2 型糖尿病患者(T2DM)120 例,根据是否伴微血管病变,分为无微血管病变组(NON-MAP)60 例和微血管病变组(MAP)60 例,另选取健康体检人群(NC)60 例,采取酶联免疫吸附试验(ELISA)测定各组空腹抵抗素、瘦素、脂联素水平,并测定各组的空腹血糖、胰岛素和血脂水平,用胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)评价胰岛素抵抗。**结果** MVP 组及 NON-MVP 组患者血清抵抗素、瘦素、游离脂肪酸(FFA)及超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)水平均显著高于 NC 组,而脂联素明显低于 NC 组,差异有统计学意义($P<0.05$);相关分析表明 T2DM 患者血清抵抗素、瘦素水平与 hs-CRP、游离脂肪酸(FFA)、HOMA-IR、三酰甘油(TG)呈正相关($P<0.05$),与高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)呈负相关($P<0.05$);脂联素水平与 hs-CRP、FFA、HOMA-IR、TG 呈负相关,与 HDL-C 呈正相关($P<0.05$);血清抵抗素、瘦素水平呈明显正相关,而二者与脂联素均呈明显负相关;以血清抵抗素、瘦素、脂联素为因变量,进行多元线性逐步回归分析显示,对三者影响最大的是 HOMA-IR 和腰臀比(WHR)。**结论** T2DM 患者血清抵抗素、瘦素水平升高,脂联素水平降低,提示血清抵抗素、瘦素、脂联素水平与 T2DM 的发病及其微血管病变的发生相关。

[关键词] 2 型糖尿病;血清抵抗素;瘦素;脂联素;微血管病变;相关性**[中图分类号]** R587.23**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2017)16-2200-04

Study on relationship between serum resistin,leptin and adiponectin with microangiopathy in patients with type-2 diabetes mellitus

Wang Likun¹,Yang Zhanqing²,Zhang Jun³,Yang Ruimin¹,Wu Xueliang⁴,Shi Li⁵,Wang Yicheng^{1△}

(1. Department of Ultrasonic Medicine, the First Hospital Affiliated to Hebei North University, Zhangjiakou,

Hebei 075000, China; 2. Department of Internal Medicine, Kangbao County Hospital of Traditional

Chinese Medicine, Zhangjiakou, Hebei 076650, China; 3. Department of Internal Medicine, the People's

Hospital of Qiaoxi District in Zhanjiakou City, Zhangjiakou, Hebei 075000, China; 4. Department of

Vascular Gland Surgery, the First Hospital Affiliated to Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075000, China;

5. Department of Endocrinology, the First Hospital Affiliated to Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the relationship between serum resistin,leptin and adiponectin with microangiopathy in the patients with type-2 diabetes mellitus(T2DM). **Methods** One hundred and twenty patients with T2DM in our hospital were selected and divided into the non- microangiopathy group (NON-MAP, 60 cases) and microangiopathy group (MAP, 60 cases) according to whether complicating microangiopathy. Other 60 individuals undergoing healthy physical examination were selected as the normal control group(NC). Fasting serum resistin,adiponectin and leptin levels were detected in each group. Fasting blood glucose, insulin and blood lipid levels were also detected. The insulin resistance was evaluated by using insulin resistance index(HOMA-IR). **Results** The levels of serum resistin,leptin,free fat acid(FFA) and hs-CRP in the NON-MVP group and MVP group were significantly higher than those in the NC group,while the adiponectin level was significantly lower than that in the NC group,the difference was statistically significant($P<0.05$). The correlation analysis showed that serum resistin and leptin levels had positive correlation with hs-CRP,FFA,HOMA-IR and TG($P<0.05$),and had negative correlation with HDL-C($P<0.05$);the adiponectin level was negatively correlated with hs-CRP,FFA,HOMA-IR and TG,while positively correlated with HDL-C($P<0.05$);serum resistin and leptin levels had positive correlation,both had significantly negative correlation with adiponectin;with serum resistin,leptin and adiponectin as the dependent variables,the multiple stepwise linear regression analysis showed that HOMA-IR and waist to hip ratio had maximal influence on them. **Conclusion** Serum resistin and leptin levels increase and adiponectin level decrease in T2DM patients suggests that serum resistin,leptin and adiponectin are correlated with T2DM occurrence as well as microangiopathy occurrence.

[Key words] type-2 diabetes mellitus;serum resistin;adiponectin;leptin;microangiopathy;correlation

糖尿病是严重危害人类健康且在全球广泛流行的疾病,其患病率正随着人民生活水平的提高、生活方式的改变、人口老

龄化而迅速升高^[1-2]。糖尿病微血管病变(DMAP)是糖尿病较常见的慢性并发症之一,以组织器官的微血管结构和功能的病

变为主要特征,主要包括糖尿病视网膜病变、糖尿病神经病变、糖尿病肾病等。大量研究显示 DMAP 可逐步发展为动脉粥样硬化、高血压、冠心病、脑血管病和周围血管疾病等,是糖尿病致死、致残的重要原因,因此早期预防、发现、干预、监测 DMAP 尤为重要^[3-4]。

近年来,研究发现众多细胞因子如抵抗素、脂联素、瘦素等可能对胰岛素敏感性、糖代谢及其血管并发症的发生、发展有一定影响。抵抗素是一种由脂肪细胞分泌的激素,瘦素是由肥胖基因编码的蛋白质产物,基础研究表明,抵抗素和瘦素均与糖尿病代谢异常和动脉粥样硬化的形成有关^[5-6]。脂联素作为成熟脂肪细胞分泌的特异性激素,通过多种途径发挥抗动脉粥样硬化功能,对心血管有正性保护作用^[7]。本研究通过检测 DMAP 患者血清抵抗素、瘦素、脂联素水平,旨在探讨三者与糖尿病患者微血管病变及胰岛素抵抗的关系,并初步探讨其致病机制。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2014 年 12 月至 2015 年 12 月河北北方学院附属第一医院内分泌科收治的 2 型糖尿病(T2DM)患者 120 例,研究经本院伦理委员会批准,所有患者均书面同意参加本研究。糖尿病诊断标准:空腹血糖(FPG)>7.0 mmol/L,OGTT(葡萄糖耐量试验)试验中予以 75 g 葡萄糖口服,2 h 血糖大于或等于 11.1 mmol/L。DMAP 涉及糖尿病神经病变、糖尿病视网膜病变、糖尿病肾病等。排除标准:慢性心力衰竭、心肌梗死、急性脑血管病、严重肝功能异常、尿毒症、库欣综合征、恶性肿瘤等疾病。

1.2 分组 将所选 T2DM 患者根据是否出现微血管病变分为无微血管病变(NON-MAP)组 60 例和 MAP 组 60 例,其中 NON-MAP 组中男 33 例,女 27 例,年龄 42~55 岁,平均(49.15±4.60)岁,病程 6~13 年,平均(10.3±2.4)年;MAP 组中男 36 例,女 24 例,年龄 43~56 岁,平均(50.62±4.61)岁,病程 7~14 年,平均(11.0±2.1)年;另选取健康人群 60 例作为 NC 组,男 34 例,女 26 例,年龄 43~54 岁,平均(49.15±4.60)岁,3 组人群的年龄、性别及两个 T2DM 组患者的病程间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.3 试剂 血糖、血脂试剂盒购于宁波亚太生物技术有限责任公司;抵抗素、瘦素、脂联素及游离脂肪酸(FFA)试剂盒购自美国 Rapidbio 公司。AU5400 全自动生化仪购自日本日立公司。

1.4 观察指标 测定身高、体质量、腰围、血压,计算体质量指数(BMI),采空腹静脉血,采用肝素抗凝,室温下密封保存,避免剧烈震荡引发溶血现象,3 000 r/min 离心后应用自动生化仪检测各组患者治疗前后 FPG、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C),采用放射免疫分析法测定空腹胰岛素(FINS)、采用比色法测定糖化血红蛋白(HbA1c)值;应用夹心酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清抵抗素、瘦素、脂联素及 FFA 水平。并计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR): $HOMA-IR=FPG\times FINS/22.5$ 。

1.5 统计学处理 采用 SPSS17.0 统计软件分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验,计数资料用百分率表示,采用 χ^2 检验,组间变量比较用方差分析,并采用多个均数间两两比较的 q 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 3 组人群一般情况及相关指标比较 与对照组比较, NON-MVP 组的腰臀比(WHR)、FPG、HbA1c、FINS、HOMA-IR、TG、FFA、hs-CRP 均显著升高($P<0.05$),与 NON-MVP 组比较,MVP 组患者 WHR、FINS、HOMA-IR、HbA1c、TG 均显著升高,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 3 组人群血清抵抗素、瘦素、脂联素水平比较 MVP 组及 NON-MVP 组患者血清抵抗素、瘦素、脂联素水平显著高于对照组($P<0.05$),MVP 组患者血清抵抗素、瘦素、脂联素水平亦显著高于 NON-MVP 组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.3 抵抗素、瘦素、脂联素水平的相关性分析 血清抵抗素、瘦素水平与 FFA、hs-CRP、WHR、TG、HOMA-IR 均呈正相关($P<0.05$),与 HDL-C 呈负相关;而脂联素水平与 FFA、hs-CRP、WHR、TG、HOMA-IR 呈负相关,与 HDL-C 呈正相关,三者均与 BMI、TC、LDL-C、SBP、DBP 无相关性。此外,血清抵抗素、瘦素水平呈明显正相关($r=0.545,P=0.000$),而二者与脂联素均呈明显负相关($r=-0.429,P=0.000$ 、 $r=-0.469,P=0.000$),见表 2。

2.4 抵抗素与各种影响因素的多元逐步回归分析 以抵抗素、瘦素、脂联素为因变量(Y),以 BMI、WHR、FPG、FINS、HOMA-IR、TG 等为自变量(X),进行多元逐步回归分析,见表 3、4、5,结果显示对抵抗素、瘦素、脂联素影响较大的因素是 HOMA-IR 和 WHR。

表 1 3 组人群相关指标的比较($\bar{x}\pm s$)

项目	NC 组	NON-MVP 组	MVP 组	F	P
BMI(kg/m ²)	24.14±2.68	24.55±2.84	25.98±2.37	2.5923	0.083
WHR	0.75±0.16	0.92±0.07*	0.99±0.05*#	26.758	0.000
SBP(mm Hg)	124.55±18.20	126.06±18.57	127.54±19.57	0.122	0.885
DBP(mm Hg)	65.37±6.58	66.27±9.54	66.84±9.06	0.147	0.863
FPG(mmol/L)	4.67±0.88	8.02±2.05*	8.81±2.30*	15.275	0.000
HbA1c(g/L)	5.73±0.18	7.09±1.83*	8.16±1.76*#	13.270	0.000
FINS(mU/L)	0.90±0.25	1.04±0.40*	1.26±0.40*#	4.990	0.010
HOMA-IR	0.33±0.24	0.56±0.39*	0.77±0.40*#	7.594	0.001
TC(mmol/L)	4.92±1.16	5.33±1.01	5.43±0.95	1.295	0.281
TG(mmol/L)	1.90±1.05	2.45±0.73*	2.86±1.14*#	4.582	0.014
HDL-C(mmol/L)	1.25±0.29	1.17±0.38	1.02±0.23*	2.808	0.068
LDL-C(mmol/L)	2.49±0.73	2.54±0.77	2.64±0.76	0.198	0.820

续表 1 3 组人群相关指标的比较($\bar{x}\pm s$)

项目	NC 组	NON-MVP 组	MVP 组	F	P
FFA(mmol/L)	1.25±0.48	2.32±0.56 [*]	2.63±0.43 [*]	6.986	0.000
hs-CRP(mg/L)	1.53±1.70	3.52±2.19 [*]	4.33±2.76 ^{*#}	7.863	0.000
抵抗素(ng/mL)	1.80±1.33	3.26±1.85 [*]	4.61±2.08 ^{*#}	4.384	0.000
瘦素(ng/mL)	0.95±0.04	1.83±0.09 [*]	3.10±0.15 ^{*#}	2.103	0.000
脂联素(μg/mL)	5.35±0.14	3.57±0.11 [*]	1.61±0.12 ^{*#}	4.400	0.000

^{*}: $P<0.05$,与 NC 组相比;[#]: $P<0.05$,与 NON-MVP 组相比。

表 2 T2DM 患者血清抵抗素、瘦素、脂联素与相关指标的相关性

项目	抵抗素		瘦素		脂联素	
	r	P	r	P	r	P
BMI	0.945	0.211	0.978	0.130	0.854	0.347
WHR	0.217	0.036	0.242	0.022	0.350	0.005
FINS	0.989	0.096	0.999	0.014	0.944	0.213
HOMA-IR	1.000	0.002	0.551	0.000	0.495	0.000
TC	0.951	0.200	0.903	0.281	0.923	0.250
TG	0.314	0.014	0.335	0.009	-0.340	0.011
HDL-C	-0.981	0.125	-0.997	0.074	0.992	0.076
LDL-C	0.977	0.135	0.996	0.054	0.815	0.393
FFA	0.378	0.001	0.351	0.003	0.402	0.000
hs-CRP	0.384	0.000	0.360	0.002	-0.473	0.000

表 3 以抵抗素为因变量的多元逐步回归分析

变量	B	SE	β	t	P
常数	-0.194	0.267	—	-22.932	0.028
HOMA-IR	6.495	3.985	1.017	24.715	0.002
WHR	-0.199	2.687	-0.017	18.031	0.007

—:表示无数据。

表 4 以瘦素为因变量的多元逐步回归分析

变量	B	SE	β	t	P
常数	-2.458	3.5216	—	-10.213	0.001
HOMA-IR	7.872	4.2163	1.603	8.264	0.006
WHR	-5.474	1.0114	-0.625	6.324	0.026

—:表示无数据。

表 5 以脂联素为因变量的多元逐步回归分析

变量	B	SE	β	t	P
常数	5.916	1.258	—	30.736	0.021
HOMA-IR	-10.643	3.254	-1.252	-18.495	0.034
WHR	3.929	6.215	0.259	50.23	0.001

—:表示无数据。

3 讨 论

抵抗素是一种由脂肪细胞分泌的多肽类激素,研究证实抵抗素有较强的对抗胰岛素效应,促进血糖升高、脂肪细胞增生并致肥胖,并通过上调血管细胞黏附分子-1(VCAM-1)、单核细胞趋化因子-1(MCP-1)及 IL-1、IL-6 的水平^[8],促进血管内

皮细胞释放内皮素(ET-1)和减少 NO 生成,诱导全身各血管强烈收缩痉挛,进一步损伤内皮细胞,从而促进动脉粥样硬化的形成^[9]。

瘦素是由肥胖基因编码、脂肪细胞合成的蛋白质产物,通过抑制胰岛素分泌调控血糖,与肥胖、高血压、脂代谢紊乱、胰岛素抵抗等密切相关^[10]。多项研究表明瘦素能通过促进 ET-1 的分泌,诱导血管平滑肌的分裂和增生,致内皮功能紊乱;Shanker 等^[11]研究显示瘦素可上调冠状动脉细胞内基质金属蛋白酶(MMP-2)、MMP-9、TIMP-1 的表达,调节血管外基质的重组,从而参与 AS 的形成;此外,瘦素也可以通过加速血小板聚集、微血栓形成、平滑肌细胞的迁徙影响血管钙化进程,从而参与 AS 的进展^[12]。

脂联素是迄今发现的唯一与机体脂质含量呈负相关的脂肪因子,具有纠正血糖血脂紊乱、抗炎、胰岛素增敏的功能^[13]。生理浓度的脂联素即可抑制肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、单核巨噬细胞、T 淋巴细胞亚群、VCAM-1、E 选择素的形成和释放,并呈明显的剂量依赖性,同时阻止泡沫细胞的形成及平滑肌细胞的迁移和增殖,最终抑制 AS 的发展^[14-15]。多项流行病学调查显示糖尿病患者中,脂联素水平越低,其患心血管疾病危险越高,且愈后越差。

本研究发现老年 T2DM 患者血清抵抗素、瘦素、FFA、hs-CRP 水平均显著高于健康者,且 MAP 组抵抗素、瘦素、hs-CRP 水平亦显著高于 NON-MAP 组;而脂联素则在 NC 组、NON-MAP 组、MAP 组中呈逐步降低趋势,这与文献^[16-17]研究结果一致,表明血清抵抗素、瘦素、脂联素在糖尿病的发生、发展及微血管病变形成的过程中发挥重要作用。因而如何早期发现、控制及监测抵抗素、瘦素、脂联素水平变化,对延缓 DMAP 有积极的意义。

本研究还发现血清抵抗素、瘦素水平与 FFA、hs-CRP、WHR、TG、HOMA-IR 呈正相关;而脂联素则呈负相关,多元逐步回归分析显示,血清抵抗素、瘦素、脂联素水平仍与 HOMA-IR 呈明显相关性,即抵抗素、瘦素水平越高,脂联素水平越低,HOMA-IR 越高,胰岛素抵抗越重。

综上所述,抵抗素、瘦素、脂联素参与了整个糖尿病发生和演进,表明随着三者水平的变化,胰岛素抵抗逐渐加重,直至发生 DMAP。然而抵抗素、瘦素、脂联素在 T2DM 中的作用机制仍未完全阐明,诸多问题有待进一步的研究,这也将是本课题组今后的研究方向。

参考文献

[1] Zhang D,Chen Y,Xie X,et al. Homocysteine activates vascular smooth muscle cells by DNA demethylation of platelet-derived growth factor in endothelial cells[J]. J Mol Cell Cardiol,2012,53(4):487-496.
[2] Lim CP,Loo AV,Khaw KW,et al. Plasma,aqueous and

- vitreous homocysteine levels in proliferative diabetic retinopathy[J]. *Br J Ophthalmol*, 2012, 96(5): 704-707.
- [3] 亓海萍, 吕卫华, 武琳. 糖化血红蛋白、同型半胱氨酸及微量白蛋白与 2 型糖尿病合并肾脏微血管病变的关系研究[J]. *中国实验诊断学*, 2015, 19(11): 1840-1843.
 - [4] 刘靖芳, 汤旭磊, 成建国, 等. 2 型糖尿病合并微血管病患者相关危险因素分析[J]. *广东医学*, 2013, 34(17): 2660-2663.
 - [5] 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.
 - [6] Kohara K, Ochi M, Okada Y, et al. Clinical characteristics of high plasma adiponectin and high plasma leptin as risk factors for arterial stiffness and related end-organ damage[J]. *Atherosclerosis*, 2014, 235(2): 424-429.
 - [7] 时晓迟, 刘玉洁, 吴艳民, 等. 冠心病患者瘦素脂联素瘦素/脂联素及其影响因素分析[J]. *中国急救医学*, 2015, 35(5): 442-444.
 - [8] 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.
 - [9] 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-e64738.
 - [10] 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): 299-304.
 - [11] Shanker J, Rao VS, Ravindran V, et al. Relationship of adiponectin and leptin to coronary artery disease, classical cardiovascular risk factors and atherothrombotic biomarkers in the IARS cohort[J]. *Thromb Haemost*, 2012, 108(4): 769-780.
 - [12] 王颖, 佟俊旺, 魏剑芬, 等. 糖尿病患者血清瘦素、脂联素水平与糖尿病视网膜病变不同分期的相关性研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2015, 25(12): 73-76.
 - [13] 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.
 - [14] 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.
 - [15] 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.
 - [16] 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.
 - [17] 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.

(收稿日期: 2017-01-22 修回日期: 2017-03-26)

(上接第 2199 页)

损伤与一些因素和结果的关系, 但是后续的研究仍有很多的工作有待完成。

参考文献

- [1] 赵兴, 方向前, 范顺武, 等. AO 分型 B 型胸腰椎骨折的经椎间孔椎体间融合术[J]. *中华骨科杂志*, 2012, 32(12): 1116-1120.
- [2] Savage JW, Moore TA, Arnold PM, et al. The Reliability and Validity of the Thoracolumbar injury classification system in pediatric spine trauma[J]. *Spine*, 2015, 40(18): E1014-E1018.
- [3] 何登伟, 朱烨, 俞伟杨, 等. 棘突间 H 型植骨联合双侧关节突植骨融合预防胸腰椎骨折术后迟发性后凸畸形[J]. *中华创伤杂志*, 2014, 30(2): 112-117.
- [4] Zhao JW, Liu Y, Yin RF, et al. Ultrasound assessment of injury to the posterior ligamentous complex in patients with mild thoracolumbar fractures[J]. *J Int Med Res*, 2013, 41(4): 1252-1257.
- [5] 张新胜, 崔力扬, 罗建平, 等. Ponté 截骨联合椎间隙颗粒骨打压植骨治疗陈旧性胸腰椎骨折后凸畸形[J]. *中华骨科杂志*, 2014, 34(5): 531-539.
- [6] Pizones J, Sánchez-Mariscal F, Zúiga L, et al. Prospective analysis of magnetic resonance imaging accuracy in diagnosing traumatic injuries of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine[J]. *Spine*, 2013, 38(9): 745-751.
- [7] 呼和. 胸腰段损伤中 PLC 及神经损伤与其骨性影像学参数的关系分析[D]. 大连: 大连医科大学, 2013.
- [8] Jiang XZ, Tian W, Liu B, et al. Comparison of a paraspinal approach with a percutaneous approach in the treatment of thoracolumbar burst fractures with posterior ligamentous complex injury: a prospective randomized controlled trial[J]. *J Int Med Res*, 2012, 40(4): 1343-1356.
- [9] Schroeder GD, Vaccaro AR, Kepler CK, et al. Establishing the injury severity of thoracolumbar trauma: confirmation of the hierarchical structure of the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system[J]. *Spine*, 2015, 40(8): E498-E503.
- [10] 尹若峰, 刘艳, 赵建武, 等. 超声检查评估对轻微胸腰段骨折患者脊柱后方韧带复合体的意义[J]. *中华实验外科杂志*, 2012, 29(11): 2309-2311.
- [11] Moore TA, Bransford RJ, France JC, et al. Low lumbar fractures: does thoracolumbar injury classification and severity score work[J]. *Spine*, 2014, 39(17): 1021-1025.
- [12] 赵建华, 刘鹏. 脊髓和脊柱损伤诊治的争议热点[J]. *创伤外科杂志*, 2012, 14(1): 1-4.

(收稿日期: 2017-02-10 修回日期: 2017-04-12)