

# 白藜芦醇对糖尿病模型大鼠骨折愈合的影响研究

杨威\*, 刘学政<sup>#</sup>(辽宁医学院解剖学教研室, 辽宁锦州 121001)

中图分类号 R285;R587.1 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2013)19-1752-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2013.19.09

**摘要** 目的:研究白藜芦醇对糖尿病(DM)模型大鼠骨折愈合的影响。方法:尾静脉注射链脲佐菌素(60 mg/kg)以复制大鼠DM模型,无菌操作下切开大鼠左侧腿部皮肤,显露左胫骨上段,线锯横行锯断胫骨(胫骨平台下约0.8 cm处),复位、缝合、夹板外固定,以复制大鼠DM骨折模型。实验分为4组,即正常对照(等容生理盐水)、DM骨折模型(等容生理盐水)、氟化钠(20 mg/kg)与白藜芦醇(20 mg/kg)组,灌胃给药,每天1次,连续8周。测定给药2、8周后的血糖、血钙、血磷、碱性磷酸酶(ALP);显微镜观察给药2、4、8周后的病理形态学变化;免疫组化法测定给药2、4、8周后的骨形态发生蛋白(BMP)-2和骨保护素(OPG)的表达;Western blot法测定给药8周后的BMP-2和OPG蛋白的表达。结果:与DM骨折模型组比较,白藜芦醇组给药2、8周后的血糖含量显著降低,给药8周后血钙、血磷含量显著升高( $P<0.01$ 或 $P<0.05$ );给药2、4、8周后白藜芦醇组病理形态学显著改善;给药8周后,白藜芦醇组BMP-2表达显著增强,给药4、8周后OPG表达显著增强( $P<0.01$ 或 $P<0.05$ );给药8周后,白藜芦醇组BMP-2、OPG蛋白表达显著增强。结论:白藜芦醇可使DM骨折模型大鼠BMP-2、OPG的表达增强,这为白藜芦醇应用于DM骨折愈合的治疗提供了理论依据。

**关键词** 糖尿病;白藜芦醇;骨保护素;骨形态发生蛋白-2;骨折愈合

## Influence of Resveratrol on the Process of Fracture Healing in Diabetic Model Rats

YANG Wei, LIU Xue-zheng (Dept. of Anatomy, Liaoning Medical University, Liaoning Jinzhou 121001, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To study the effects of resveratrol on the process of fracture healing in diabetic model rats. METHODS: Diabetic rat model was induced by streptozotocin via tail vein (60 mg/kg). Left leg of rats was incised under sterilized condition to expose the upper part of left tibia; tibia was sawed off with wire saw (about 0.8 cm below tibial plateau), reset, sutured and fixed with splint to induce DM cataclasis model rats. Model rats were divided into 4 groups, i.e. control group (constant volume of normal saline), DM cataclasis model group (constant volume of normal saline), sodium fluoride group (20 mg/kg) and resveratrol group (20 mg/kg). They were given relevant medicine intragastrically once a day for 8 weeks. Blood glucose, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase (ALP) after 2 and 8 weeks of treatment; pathomorphology was observed after 2, 4 and 8 weeks of treatment, and protein -2 (BMP-2) and osteoprotegerin (OPG) expression were detected by immunohistochemical method; BMP-2 and OPG expression were detected by Western blot after 8 weeks of treatment. RESULTS: Compared with DM cataclasis model group, blood glucose of resveratrol group decreased significantly after 2 and 8 weeks of treatment, blood calcium and phosphate increased significantly after 8 weeks of treatment ( $P<0.01$  or  $P<0.05$ ); pathomorphology of resveratrol group improved significantly after 2, 4 and 8 weeks of treatment; BMP-2 expression of resveratrol group increased after 8 weeks of treatment, OPG expression of resveratrol group increased after 2 and 8 weeks of treatment; protein of BMP-2 and OPG expression of resveratrol group increased after 8 weeks of treatment. CONCLUSION: Resveratrol can enhance the expression of BMP-2 and OPG in increase diabetes fracture rats, which provide experimental basis for resveratrol applied in the treatment of diabetes fracture healing.

**KEY WORDS** Diabetes; Resveratrol; OPG; BMP-2; Fracture healing

目前,糖尿病(Diabetes mellitus, DM)的发病率正逐年升高,其并发症随之增多<sup>[1-2]</sup>,但目前DM对骨组织的影响并未引起人们足够的重视。骨骼系统的常见改变包括骨质疏松、骨量减少<sup>[3]</sup>。临床上,医师早已认识到DM患者骨折风险率增加和骨折延迟愈合的情况<sup>[4]</sup>,实验中也观察到DM模型大鼠在骨折愈合过程中,愈合早期所生成的骨痂内细胞增殖量降低,而胶原的合成及含量减少等现象,但具体作用机制尚不清楚<sup>[5]</sup>。有

研究报道<sup>[6-7]</sup>,DM状态下骨形态发生蛋白(BMP)-2可更加促进成骨细胞分化,并且具有使成骨细胞的前体细胞定向分化为成骨细胞的能力。白藜芦醇于1940年首次从毛叶藜芦根部分离得到,随着对白藜芦醇研究的深入,发现白藜芦醇有广泛的药理作用,如抗肿瘤、抗炎、抗氧化、抗血管疾病、抗菌抗病毒、免疫调节、抗衰老与雌激素样活性等<sup>[8-10]</sup>。研究表明,白藜芦醇能够促使骨髓基质细胞向成骨细胞分化,以剂量依赖方式使碱性磷酸酶和脯氨酸氨化酶的活性增加<sup>[6]</sup>,其在明显刺激成骨细胞增殖和分化的同时,抑制脂肪细胞的分化<sup>[9-10]</sup>。但是,白藜芦醇促进成骨细胞分化的具体作用机制尚不清楚。本研究旨在探讨白藜芦醇对DM模型大鼠骨折愈合的影响,从而为DM

\* 医师,硕士。研究方向:糖尿病并发症。E-mail: yaowuxiao-wei@hotmail.com

<sup>#</sup> 通信作者:教授,博士研究生导师。研究方向:糖尿病并发症。E-mail: LiuXuezheng168@vip.sina.com

性骨质疏松及骨折的治疗提供理论和实验基础。

## 1 材料

### 1.1 仪器

安稳型血糖仪(长沙三诺生物传感技术股份有限公司);低速自动平衡离心机(湖南湘仪离心机仪器有限公司);电热鼓风干燥箱(余姚工业仪表二厂);RM-2135型石蜡切片机(德国Leica公司);UV751GD型紫外-可见分光光度计(上海分析仪器厂);CX31型生物显微镜(日本Olympus公司)。

### 1.2 药品与试剂

链脲佐菌素(STZ,美国Sigma公司);白藜芦醇(郑州荔诺生物科技有限公司,批号:20100412,纯度:98%);氟化钠(NaF,厦门维尊生物工程有限公司,批号:20090521);BMP-2、骨保护素(OPG)多克隆抗体、SABC试剂盒、DAB显色试剂盒(武汉博士德生物工程有限公司);钙(Ca)、磷(P)、碱性磷酸酶(ALP)酶联免疫测试盒(南京建成生物技术有限公司)。

### 1.3 动物

健康成年SD大鼠60只,8周龄,♂,体质量200~220 g,由辽宁医学院实验动物中心提供[动物使用许可证号:SYXK(辽)2003-0011]。

## 2 方法

### 2.1 复制模型与分组、给药

大鼠适应性饲养1周,禁水、禁食12 h后,一次性尾iv STZ溶液(60 mg/kg,溶于10 mmol/L柠檬酸钠缓冲液中,pH4.5)以复制DM模型,复制模型48 h后血糖浓度>16.7 mmol/L者纳入实验进行下一步复制模型,DM模型大鼠在无菌操作下切开左侧腿部皮肤,显露左胫骨上段,线锯横行锯断胫骨(胫骨平台下约0.8 cm处),复位、缝合、夹板外固定以复制DM骨折模型。实验分为4组,即正常对照(等容生理盐水)、DM骨折模型(等容生理盐水)、NaF(20 mg/kg)与白藜芦醇(20 mg/kg)组。DM模型大鼠复制成功后第2天开始ig给药,每天1次,连续8周。

### 2.2 标本收集

大鼠分别在给药2、8周后禁食12 h,称体质量,采尾血测血糖含量,以酶联免疫法测定血Ca、血P、ALP含量。

### 2.3 骨组织显微结构观察

分别在给药2、4、8周后处死各组大鼠,各5只,取左侧胫骨,剔除软组织,置于5%硝酸溶液中脱钙48 h,再置10%甲醛中低温保存,待测。取左侧胫骨,固定、漂洗、脱钙,然后取干骨端,制成石蜡切片,染色,光镜下观察。

### 2.4 免疫组化法测定BMP-2和OPG的表达

用MIAS-2000型图像分析系统采集显微镜下图像(给药2、4、8周后),每张玻片随机选取10个视野,进行图像分割后,检测阳性细胞,根据细胞显色物质的深浅,计算机自动测量各视野的灰度值,以其均值作为各标本的灰度值进行比较。

### 2.5 Western blot法测定大鼠BMP-2和OPG蛋白的表达

给药8周后,取骨组织通过灌胶、电泳、转膜、杂交,最后取出PVDF膜,洗涤液洗膜,NCIP/NBT显色,待蛋白条带显示清晰时,终止反应,扫描。利用Gene Genius生物图像凝胶分析仪测定目的蛋白条带亮度。以 $\beta$ -actin作为内参照,并以正常对照组样品条带亮度为100%,计算各种样品的相对值作为各蛋白质的相对表达量。

### 2.6 统计学方法

数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用SPSS17.0统计软件包统计分析,组间均数比较用独立样本的*t*检验,组内均数比较用配对*t*检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 大鼠血糖、血Ca、血P、ALP含量测定结果

与正常对照组比较,给药2周后DM骨折模型组大鼠血糖含量显著升高( $P < 0.01$ );给药8周后,DM骨折模型组大鼠血糖含量显著升高,血Ca、血P含量显著减少( $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$ )。与DM骨折模型组比较,给药2周后白藜芦醇组大鼠血糖显著降低( $P < 0.01$ );给药8周后白藜芦醇组大鼠血糖含量显著降低,血Ca、血P含量显著增加( $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$ )。血清骨代谢指标测定结果见表1。

表1 血清骨代谢指标测定结果( $\bar{x} \pm s$ )

Tab 1 Results of bone metabolism indicator in serum( $\bar{x} \pm s$ )

组别	时间点,周	血糖,mmol/L	血Ca,mmol/L	血P,mmol/L	ALP, $\mu$ mol/L
正常对照组	2	5.70 $\pm$ 0.56	3.89 $\pm$ 0.86	2.50 $\pm$ 0.64	96.12 $\pm$ 17.91
	8	5.89 $\pm$ 0.54	3.92 $\pm$ 0.58	2.72 $\pm$ 0.39	98.43 $\pm$ 13.22
DM骨折模型组	2	30.67 $\pm$ 2.13**	3.45 $\pm$ 0.17	2.44 $\pm$ 0.45	121.21 $\pm$ 23.10
	8	31.52 $\pm$ 2.05**	2.56 $\pm$ 0.20*	1.62 $\pm$ 0.24*	134.32 $\pm$ 17.41
NaF组	2	29.93 $\pm$ 3.42**	3.41 $\pm$ 0.51	2.51 $\pm$ 0.35	121.10 $\pm$ 17.82
	8	28.71 $\pm$ 2.40**	2.63 $\pm$ 0.32*	1.84 $\pm$ 0.32*	117.37 $\pm$ 13.47
白藜芦醇组	2	29.23 $\pm$ 3.24**	3.58 $\pm$ 0.87	2.57 $\pm$ 0.25	116.30 $\pm$ 19.53
	8	28.51 $\pm$ 2.76**	2.69 $\pm$ 0.54*	1.98 $\pm$ 0.25*	100.24 $\pm$ 23.18

与正常对照组比较:\* $P < 0.05$ ,\*\* $P < 0.01$ ;与DM骨折模型组比较:† $P < 0.05$ ,†† $P < 0.01$

vs.normal control group:\* $P < 0.05$ ,\*\* $P < 0.01$ ;vs.DM cataclasis model group:† $P < 0.05$ ,†† $P < 0.01$

### 3.2 病理形态学观察

第2周DM骨折模型组少见新生骨小梁形成,单核巨噬细胞与多核巨噬细胞较多;白藜芦醇组可见较多骨小梁,成骨细胞及软骨细胞多见;正常对照组骨小梁丰富,骨小梁厚度较宽,间距小,相互连接成网。第4周DM骨折模型组骨小梁相互连接,有少量骨细胞形成;NaF、白藜芦醇组骨小梁融合成片,软骨骨痂逐渐被新生骨小梁代替。第8周DM骨折模型组骨小梁融合,软骨骨痂被新生骨小梁代替,仍可见纤维骨痂;NaF、白藜芦醇组骨小梁开始塑形,向板层骨转化,纤维骨痂消失,见较多破骨细胞,同时白藜芦醇组骨小梁较NaF组增多、增粗,相互连接成尚规整的网状结构。病理切片见图1~图3。

### 3.3 免疫组化法测定BMP-2和OPG的表达

BMP-2和OPG在骨小梁及骨髓腔中均有表达,主要在成骨/基质细胞中表达,与正常对照组比较,给药2、4、8周后DM骨折模型组大鼠胫骨BMP-2和OPG的表达显著减少( $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$ );与DM骨折模型组比较,给药8周后白藜芦醇组大鼠胫骨BMP-2表达显著增强,给药4、8周后OPG的表达显著增强( $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$ )。BMP-2和OPG的表达见表2。

### 3.4 Western blot法测定大鼠BMP-2和OPG蛋白的表达

与正常对照组比较,DM骨折模型组大鼠BMP-2和OPG蛋白表达显著减弱( $P < 0.01$ );与DM骨折模型组比较,白藜芦醇组大鼠BMP-2和OPG蛋白表达显著增强( $P < 0.05$ );NaF组和白藜芦醇组比较无统计学意义( $P > 0.05$ ),这一结果与免疫组化测定结果基本相符。DMP-2和OPG蛋白的表达见图4。

## 4 讨论

### 4.1 白藜芦醇对DM大鼠骨代谢生化指标的影响

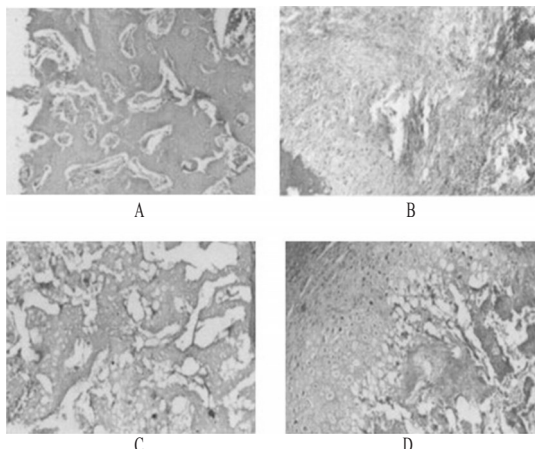


图1 第2周病理切片(HE, 100×)

A.正常对照组;B.DM骨折模型组;C.NaF组;D.白藜芦醇组

Fig 1 Pathological section of second week (HE, 100×)

A. normal control group; B.DM cataclasis model group; C. NaF group; D. resveratrol group

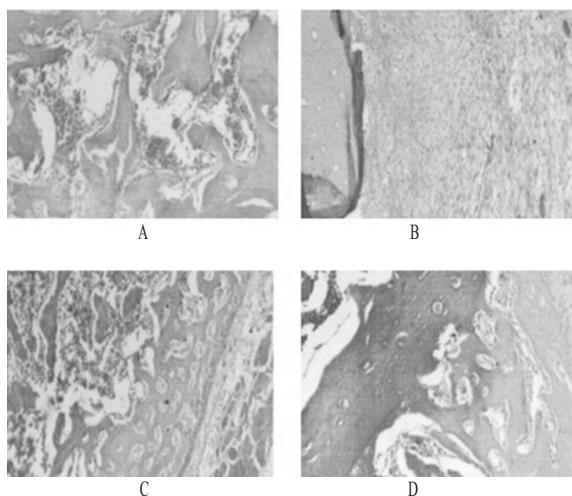


图2 第4周病理切片(HE, 100×)

A.正常对照组;B.DM骨折模型组;C.NaF组;D.白藜芦醇组

Fig 2 Pathological section of fourth week (HE, 100×)

A. normal control group; B.DM cataclasis model group; C. NaF group; D. resveratrol group

骨是人体最大的Ca、P存储库,当骨吸收增加时,骨Ca、骨P释放入血,即骨Ca、骨P含量降低,血Ca、血P增加。本研究中白藜芦醇能降低血Ca、血P含量,说明白藜芦醇在DM骨折大鼠体内具有抑制骨吸收的作用。这进一步证明了白藜芦醇具有促进骨折愈合的作用。ALP是观察骨代谢性疾病常用的生化指标之一,主要反映骨形成的功能状态。血清中近一半的ALP来自于骨,其余主要来自肝脏。在影响肝功能因素较小的动物实验中,在骨形成增加时血清中ALP升高。本研究中白藜芦醇对DM骨折大鼠ALP含量的升高作用不明显,说明白藜芦醇对骨折愈合作用主要表现为抑制骨吸收。

#### 4.2 白藜芦醇促进成骨因子BMP-2的表达

BMP-2是一个生长分化因子家族,该家族与其结合蛋白通过共同、有机地调节动物或人体关节、肌肉、肌腱和韧带等各个动态环节,参与骨、软骨、韧带、肌腱和神经组织的形态发生过程,并对骨及软骨缺损后的再生有重要的作用。其中

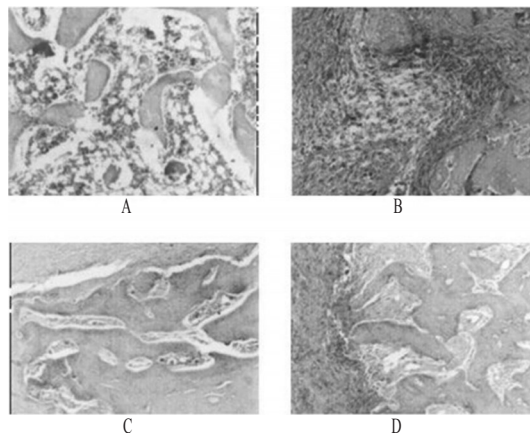


图3 第8周病理切片(HE, 100×)

A:正常对照组;B.DM骨折模型组;C.NaF组;D.白藜芦醇组

Fig 3 Pathological section of eighth week (HE, 100×)

A. normal control group; B.DM cataclasis model group; C. NaF group; D. resveratrol group

表2 BMP-2和OPG的表达( $\bar{x} \pm s, n=5$ )

Tab 2 The expression of BMP-2 and OPG( $\bar{x} \pm s, n=5$ )

组别	时间点,周	BMP-2	OPG
正常对照组	2	169.32 ± 2.84	172.43 ± 4.07
	4	172.41 ± 4.55	166.52 ± 5.25
	8	170.85 ± 3.51	176.94 ± 5.10
DM骨折模型组	2	123.89 ± 2.34**	140.19 ± 5.18*
	4	140.20 ± 4.21**	124.55 ± 7.51**
	8	154.30 ± 5.32*	150.32 ± 6.23*
NaF组	2	130.31 ± 5.46	139.84 ± 11.26
	4	152.16 ± 3.71	150.37 ± 8.49 <sup>#</sup>
	8	168.15 ± 5.25 <sup>#</sup>	163.49 ± 8.93 <sup>##</sup>
白藜芦醇组	2	132.25 ± 3.11	143.49 ± 10.39
	4	156.91 ± 4.55	155.38 ± 9.23 <sup>#</sup>
	8	171.31 ± 5.15 <sup>#</sup>	169.38 ± 17.86 <sup>##</sup>

与正常对照组比较: \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ ;与DM骨折模型组比较:<sup>#</sup> $P < 0.05$ ,<sup>##</sup> $P < 0.01$

vs. normal control group: \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ ; vs. DM cataclasis model group:<sup>#</sup> $P < 0.05$ ,<sup>##</sup> $P < 0.01$

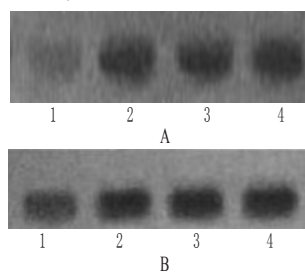


图4 BMP-2和OPG蛋白的表达

A. BMP-2蛋白;B. OPG蛋白;1.正常对照组;2.DM骨折模型组;3.NaF组;4.白藜芦醇组

Fig 4 The expression of protein of BMP-2 and OPG

A.the protein of BMP-2; B. the protein of OPG; 1. normal control group; 2.DM cataclasis model group; 3.NaF group; 4. resveratrol group

BMP-2能促进成骨细胞标志基因:骨诱导蛋白、ALP、核心结合因子、脂肪酸偶联蛋白4等的表达,这些基因相应蛋白在成骨细胞分化中也起到非常关键的作用<sup>[11]</sup>。因此,BMP-2在骨形成过程中起到十分关键的作用,任何能够增加BMP-2表达的

药物,都可以纳入治疗骨质疏松及骨折的范围。本研究结果表明,DM骨折模型组大鼠股骨BMP-2表达较正常对照组明显减少,与正常对照组比较,白藜芦醇组和NaF组大鼠股骨BMP-2表达增加,说明白藜芦醇对DM骨折有治疗作用。

#### 4.3 白藜芦醇上调DM骨折大鼠OPG的表达

OPG属于肿瘤坏死因子受体家族,成骨细胞分泌的OPG是NF- $\kappa$ B受体活化因子配体的假受体,它可以通过与NF- $\kappa$ B受体活化因子配体结合,竞争性阻止破骨细胞中NF- $\kappa$ B受体活化因子配体与NF- $\kappa$ B受体活化因子结合,从而抑制破骨细胞形成和活化、促进破骨细胞的凋亡<sup>[12-15]</sup>。本研究结果表明,DM骨折模型组大鼠股骨OPG表达较正常对照组明显减少,与正常对照组比较,白藜芦醇组和NaF组大鼠股骨OPG表达增加,这进一步验证了白藜芦醇有抑制骨吸收的作用。

#### 参考文献

[1] Geiss LS, Pan L, Cadwell B, et al. Changes in incidence of diabetes in U.S. adults, 1997-2003[J]. *Am J Prev Med*, 2006,30(5):371.

[2] 严金玲,严文华,李斌曲.糖尿病周围神经病变的药物治疗进展2[J].中国药房,2011,22(46):4402.

[3] R  kel A, Sheehy O, Rahme E, et al. Osteoporosis among patients with type 1 and type 2 diabetes[J]. *Diabetes Metab*,2008,34(3):19.

[4] Schwartz AV, Sellmeyer DE, Midthjell K, et al. Older women with diabetes have an increased risk of fracture: a prospective study[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001, 86(1):32.

[5] 覃美林.糖尿病合并骨质疏松的研究进展[J].实用糖尿病杂志,2008,4(1):3.

[6] Li G, Bouxsein ML, Luppen C, et al. Bone consolidation is enhanced by rhBMP-2 in a rabbit model of distraction osteogenesis[J]. *J Orthop Res*,2002, 20(4):779.

[7] Nohe A, Keating P, Petersen NO. Signal transduction of bone morphogenetic protein receptors[J]. *Cell Signal*, 2004,16(3):291.

[8] 程丽英,刘树兴.白藜芦醇研究现状与应用展望[J].食品研究与开发,2007,26(1):25.

[9] 付喆燊,张蓉,黄宝康,等.天然植物中活性成分白藜芦醇的作用研究进展[J].现代中药研究与实践,2005,19(2):62.

[10] 刘佳,尚文斌.白藜芦醇治疗2型糖尿病及其相关疾病作用的分子机制研究进展[J].南京中医药大学学报,2010,26(2):158.

[11] De la Lastra CA, Villegas I. Resveratrol as anti-inflammatory and anti-aging agent: mechanisms and clinical implications[J]. *Mol Nutr Food Res*,2005,49(5):405.

[12] Dai Z, Li Y, Quarles LD, et al. Resveratrol enhances proliferation and osteoblastic differentiation in human mesenchymal stem cells via ER-dependent ERK1/2 activation [J]. *Phytomedicine*,2007,14(12):806.

[13] Sun C, Zhang F, Ge X, et al. SIRT1 improves insulin sensitivity under insulin-resistant conditions by repressing PTP1B[J]. *Cell Metab*,2007,6(4):247.

[14] Vaes BL, Dechering KJ, Feijen A, et al. Comprehensive microarray analysis of bone morphogenetic protein 2-induced osteoblast differentiation resulting in the identification of novel markers for bone development[J]. *J Bone Miner Res*,2002,17(12):2106.

[15] 杨林,海涌,曲铁兵.骨保护素和骨保护素配体在人骨髓基质细胞向成骨细胞分化过程中的表达[J].中国骨质疏松杂志,2007,34(5):23.

(收稿日期:2013-01-08 修回日期:2013-03-24)

## 我国获得国际标准化组织/外科植入物和矫形器械标准化技术委员会/组织工程医疗产品分技术委员会国际投票权

本刊讯 2013年3月26日,我国组织工程医疗器械产品分技术委员会秘书处收到了国际标准化组织(ISO)国际部的通知,我国作为国际标准化组织/外科植入物和矫形器械标准化技术委员会/组织工程医疗产品分技术委员会(ISO/TC150/SC7)的积极成员国(P成员)已经完成注册,同时获得了ISO/TC150/SC7标准化活动的国际投票权。

国际组织工程医疗产品分技术委员会成立于2007年,已有12个成员国,我国是第13个,也是亚洲发展中国家第一个成员国。这对我国跻身于先进国家行列,跨越相关技术壁垒,参与该技术领域国际贸易的公平竞争具有重要意义。2012年12月,中国食品药品检定研究院(以下简称“中检院”)作为全国外科植入物和矫形器械标准化技术委员会组织工程医疗器械产品分技术委员会秘书处的承担单位,完成了分技术委员会的筹建工作。2013年1月14日,中检院向国家标准化委员会正式申请加入ISO/TC150/SC7成员国,3月20日,国家标准化委员会正式同意中检院承担ISO/TC150/SC7的国

内技术对口单位,并以P成员身份参加该分技术委员会相关活动(标委办外函[2013]42号)。

组织工程作为一个多学科交叉的新兴技术,近十几年来发展迅速,给传统医学带来了革命性的创新,在再生医疗领域发挥着不可替代的作用。美国FDA已批准组织工程化皮肤及软骨等近10个产品上市,我国也批准了组织工程皮肤上市,组织工程产品的产业已开始形成。然而,国际、国内在组织工程医疗产品技术领域均存在着标准滞后问题,因此限制了该类产品的临床应用和产业化发展。我国在组织工程领域的技术水平已基本与国际接轨,在软骨再生等技术领域处于国际领先水平。成为ISO/TC150/SC7的成员国,不仅使我国赢得了在该领域国际标准化活动中的话语权和实质性地参与国际标准化制修订工作的机遇,也将在促进我国组织工程医疗器械产业发展,使人民早日用上高科技组织工程医疗产品方面发挥重要作用。