

## 骨水泥间隔灌注联合体位复位治疗高龄骨质疏松性椎体压缩骨折

<https://doi.org/10.12307/2022.191>

车艳军, 胡丹, 司卫兵, 顾雪平, 郝跃峰

投稿日期: 2021-05-07

送审日期: 2021-05-10

采用日期: 2021-06-18

在线日期: 2021-08-09

中图分类号:

R459.9; R318.08; R683.2

文章编号:

2095-4344(2022)10-01483-07

文献标识码: A

## 文章快速阅读:

## 对象:

纳入 120 例行经皮椎体后凸成形术的高龄骨质疏松性椎体压缩骨折患者。

## 分组及方法:

(1) 常规注入组: 骨水泥调制一次性注入;  
(2) 间隔灌注联合体位复位组: 体位复位技术 + 骨水泥分次调制注入。

## 观察指标:

(1) 术前、术后及末次随访目测类比分、Oswestry 功能障碍指数评估;  
(2) 术前、术后及末次随访伤椎 Cobb 角及前缘高度;  
(3) 术前、术后及末次随访时肺活量、肺总容量、用力肺活量和最大通气量;  
(4) 骨水泥渗漏率。

## 结论:

(1) 骨水泥间隔灌注联合体位复位技术可以获得满意的临床及影像学效果, 且能显著降低骨水泥渗漏和改善患者肺功能。

(2) 在预防术中术后骨水泥渗漏和矫正伤椎 Cobb 角方面均较常规经皮椎体后凸成形术具有明显优势。

## 文题释义:

**高龄骨质疏松性椎体压缩骨折:** 指  $\geq 80$  岁的骨质疏松患者罹患椎体压缩骨折, 未诊率及漏诊率高, 骨质疏松严重, 通常  $T \leq -2.5$  SD 或骨密度  $< 80 \text{ mg/cm}^2$ , 椎体压缩程度一般为  $1/3 \sim 3/5$ , 上终板、部分下终板及椎体后壁破裂占比较多, 椎体骨不连或假关节形成占比较多, 同时合并众多基础疾病。

**骨水泥间隔灌注联合体位复位技术:** 术前垫枕将胸部和髋部垫高, 使患者呈过伸位, 手法复位骨折, 尽可能纠正伤椎后凸畸形或使其呈前凸位; 术中分次调制骨水泥间隔注入复位椎体。

## 摘要

**背景:** 椎体成形术用于治疗骨质疏松性椎体压缩骨折已经历了 20 余年的临床实践检验, 但术中骨水泥渗漏迄今仍是临床所面临的棘手问题。

**目的:** 评估骨水泥间隔灌注联合体位复位技术治疗高龄骨质疏松性椎体压缩骨折的临床疗效。

**方法:** 收集南京医科大学附属苏州医院 2015 年 5 月至 2020 年 12 月共 120 例行经皮椎体后凸成形术治疗的骨质疏松性椎体压缩骨折患者, 共 120 例, 年龄  $\geq 80$  岁, 根据骨水泥灌注技术分为常规注入组 ( $n=60$ , 骨水泥调制一次性注入) 和间隔灌注联合体位复位组 ( $n=60$ , 术前体位复位 + 骨水泥分次调制注入)。比较两组患者术后 1 周及末次随访时的目测类比分、Oswestry 功能障碍指数、伤椎 Cobb 角、伤椎前缘高度、肺功能改善及骨水泥渗漏率。研究获得南京医科大学附属苏州医院批准 (KL901173)。

**结果与结论:** ① 两组均获得术后 12 个月以上随访, 间隔灌注联合体位复位组的骨水泥渗漏率低于常规注入组 (3.3%, 15.0%,  $P < 0.05$ ); ② 两组患者术后的目测类比分、Oswestry 功能障碍指数均低于术前 ( $P < 0.05$ ), 两组间比较差异无显著性意义 ( $P > 0.05$ ); ③ 两组患者术后的伤椎 Cobb 角、伤椎前缘高度较术前明显改善, 间隔灌注联合体位复位组术后 1 周及末次随访的伤椎 Cobb 角、伤椎前缘高度优于常规注入组 ( $P < 0.05$ ); ④ 常规注入组患者术后的用力肺活量及最大通气量均较术前明显改善 ( $P < 0.05$ ), 间隔灌注联合体位复位组术后的肺活量、用力肺活量及最大通气量均较术前明显改善 ( $P < 0.05$ ), 并且间隔灌注联合体位复位组术后 1 周及末次随访的肺活量、用力肺活量及最大通气量均大于常规注入组 ( $P < 0.05$ ); ⑤ 结果表明, 采用骨水泥间隔灌注联合体位复位技术治疗高龄骨质疏松性椎体压缩骨折可以获得满意的临床及影像学效果, 且能显著降低骨水泥渗漏并改善患者肺功能。

**关键词:** 骨质疏松; 椎体压缩骨折; 高龄; 经皮椎体后凸成形术; 骨水泥; 体位复位; 骨水泥渗漏

**缩略语:** 骨质疏松性椎体压缩骨折: osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF

## Bone cement interval perfusion in hyperextension position for treatment of senile osteoporotic vertebral compression fractures

Che Yanjun, Hu Dan, Si Weibing, Gu Xueping, Hao Yuefeng

Orthopedics and Sports Medicine Center, Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing Medical University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China  
Che Yanjun, MD, Attending physician, Orthopedics and Sports Medicine Center, Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing Medical University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China

南京医科大学附属苏州医院骨科与运动医学中心, 江苏省苏州市 215000

第一作者: 车艳军, 男, 1980 年生, 山西省长治市人, 汉族, 医学博士, 主治医师, 主要从事脊柱外科的基础与临床研究。

<https://orcid.org/0000-0003-3843-6689> (车艳军)

基金资助: 南京医科大学姑苏学院科研项目 (GSKY20210404), 项目负责人: 郝跃峰; 山西省高等学校科技创新项目 (2019L0690),

项目负责人: 车艳军; 山西省卫生健康委科研课题 (2018124), 项目负责人: 车艳军

引用本文: 车艳军, 胡丹, 司卫兵, 顾雪平, 郝跃峰. 骨水泥间隔灌注联合体位复位治疗高龄骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中国

组织工程研究, 2022, 26(10):1483-1489.



Abstract

BACKGROUND: Vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture has experienced more than 20 years of clinical practice, but the intraoperative bone cement leakage is still a difficult clinical problem.

OBJECTIVE: To evaluate the efficacy of bone cement interval perfusion in hyperextension position for treatment of senile osteoporotic vertebral compression fractures.

METHODS: Between May 2015 and December 2020, 120 patients who suffered from osteoporotic vertebral compression fractures were treated with percutaneous kyphoplasty in hyperextension position in the Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing Medical University. The patients were at the age of ≥ 80 years. According to the way of bone cement perfusion, they were randomly divided into conventional bone cement injection group (n=60, bone cement mixed one-time injection) and bone cement interval perfusion combined reduction group (n=60, preoperative position reduction + bone cement perfusion at different times). Visual analogue scale score, Oswestry disability index, Cobb angle, anterior edge height of injured vertebra, improvement of lung function, and the occurrence of cement leakage were compared between the two groups 1 week postoperatively and during final follow-up. This study was approved by the Affiliated Suzhou Hospital of Nanjing Medical University (approval No. KL901173).

RESULTS AND CONCLUSION: (1) Both groups were followed up for more than 12 months after surgery. The bone cement leakage rate in the bone cement interval perfusion combined reduction group was lower than that in the conventional bone cement injection group (3.3%, 15.0%, P < 0.05). (2) The visual analogue scale score and Oswestry disability index of the two groups after surgery were lower than those before operation (P < 0.05), and there was no significant difference between the two groups (P > 0.05). (3) The postoperative Cobb angle of the injured vertebrae and anterior edge height of injured vertebra were significantly improved compared with that before operation. The Cobb angle and anterior edge height of injured vertebra in the bone cement interval perfusion combined reduction group were better than those in the conventional bone cement injection group at 1 week after operation and the last follow-up (P < 0.05). (4) The forced vital capacity and maximum voluntary ventilation of patients in the conventional bone cement injection group were significantly improved after surgery compared with those after surgery (P < 0.05). The postoperative vital capacity, forced vital capacity and maximum voluntary ventilation in the bone cement interval perfusion combined reduction group were significantly improved compared with preoperative data (P < 0.05). Vital capacity, forced vital capacity, and maximum voluntary ventilation in the bone cement interval perfusion combined reduction group 1 week after operation and the last follow-up were higher than those of the conventional bone cement injection group (P < 0.05). (5) The results showed that satisfactory imaging and clinical results can be obtained by the method of bone cement interval perfusion in hyperextension position. This method can significantly reduce the incidence of bone cement leakage and improve lung function.

Key words: osteoporosis; vertebral compression fracture; senile; percutaneous kyphoplasty; bone cement; hyperextension position; cement leakage

Funding: Scientific Research Project of Gusu College of Nanjing Medical University, No. GSKY20210404 (to HYF); Science and Technology Innovation Project of Shanxi Provincial Colleges and Universities, No. 2019L0690 (to CYJ); Scientific Research Project of Shanxi Provincial Health Commission, No. 2018124 (to CYJ)

How to cite this article: CHE YJ, HU D, SI WB, GU XP, HAO YF. Bone cement interval perfusion in hyperextension position for treatment of senile osteoporotic vertebral compression fractures. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2022;26(10):1483-1489.

0 引言 Introduction

骨质疏松性骨折尤其骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF), 是老年患者致残或致死的主要原因之一<sup>[1-2]</sup>。与无骨折病史患者相比, 初次骨折患者再次骨折的风险翻倍, 病死率高达 34.8%<sup>[3]</sup>。对于 80 岁以上女性椎体骨折患病率, 中国报道的数据为 36.6%<sup>[4]</sup>, 韩国为 40%<sup>[5]</sup>, 美国更是高达 50%<sup>[6]</sup>, 且存在高未诊率、高漏诊率。经皮椎体强化(包括经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术)作为能即刻强化椎体、缓解疼痛、稳定椎体、防止椎体进一步压缩造成后凸畸形的有效方法, 近年来被越来越多的医患所接受<sup>[7-10]</sup>。但对于老年骨质疏松患者尤其是高龄患者, 术中骨水泥渗漏及术后遗留腰背痛也是长期以来所面临的棘手问题。据统计, 经皮椎体后凸成形术的骨水泥渗漏率达 25%-40%<sup>[11]</sup>, 且 73% 的临床并发症与骨水泥渗漏有关<sup>[12-14]</sup>。有研究报道, 术后伤椎高度丢失及术中骨水泥填充不足也是导致术后遗留腰背痛的原因之一<sup>[10, 15-16]</sup>。如何避免或减少经皮椎体后凸成形术中骨水泥渗漏、有效恢复术中患椎高度及术后脊柱生理曲度, 是临床研究重点。因此, 建立安全有效的骨水泥灌注技术及有效恢复患者术后脊柱生物学力线非常重要。在长期的临床实践中, 利用骨水泥间隔灌注联合体位复位技术应用于经皮椎体后凸成形术中获得了满意的疗效, 并与常规灌注技术进行了对比分析。

1.3 对象 收集 2015 年 5 月至 2020 年 12 月在南京医科大学附属苏州医院骨科与运动医学中心行经皮椎体后凸成形手术治疗的高龄 OVCF 患者进行回顾性分析。共纳入 120 例患者, 其中男 40 例, 女 80 例; 年龄 80-93 岁, 平均 (87.23±5.81) 岁。根据骨水泥灌注技术分为常规注入组和间隔灌注联合体位复位组, 每组 60 例。所有手术由同一组医生完成。所有患者对治疗知情同意并签署了知情同意书。研究获得南京医科大学附属苏州医院批准 (KL901173)。

纳入标准: 椎体骨折引起胸、腰背部中重度疼痛经保守治疗无法缓解(目测类比评分 3-7 分), 严重影响患者正常生活, 疼痛时间 1-8 周; 高龄患者, 年龄 ≥ 80 岁<sup>[17]</sup>, T<sub>5</sub>-L<sub>5</sub> 骨折; MRI 判断责任椎, T1 低信号, T2 等信号或高信号, STIR 高信号, 如无法行 MRI 的患者, 可行骨扫描检查提示骨折椎核素浓聚; 骨密度(双能 X 射线吸收测定法 -DXA 或定量 CT-QCT 检测)显示, T 值 < -2.5 SD 或骨密度 < 80 mg/cm<sup>3</sup>。

排除标准: 患椎骨折块明显突入椎管, 压迫硬膜囊; 除骨质疏松病理性骨折外的诸如骨巨细胞瘤、骨髓瘤及骨转移瘤等; 椎体骨折合并神经损伤者; 明显凝血功能障碍; 合并严重内科疾病或精神疾患, 无法配合或耐受手术者。

1.4 材料 骨水泥产品使用说明, 见表 1。

表 1 | 骨水泥产品使用说明

Table 1 | Instructions for use of bone cement

项目	MENDEC 骨水泥
生产厂家	ITALY
批准文号	20173657165
主要成分	分为粉体(20 g)和液体(9.4 g), 聚甲基丙烯酸甲酯(67.5%), 硫酸钡(30.0%)
规格	20 g
功能主治	用于椎体压缩性骨折、肿瘤骨转移、骨髓瘤相关病理性椎体的填充
不良反应	使用骨水泥可能的不良反应但不是由骨水泥本身引起: 心搏停止、心肌梗死、肺栓塞、暂时性血压下降、出血和水肿、猝死等

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析, 组间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 检验。

1.2 时间及地点 试验于 2015 年 5 月至 2020 年 12 月在南京医科大学附属苏州医院完成。

1.5 方法 依患者具体情况决定局麻或全麻下手术。常规注入组常规取俯卧位；间隔灌注联合体位复位组患者俯卧于腰桥上，垫枕将胸部和髻部垫高，呈过伸位，尽可能纠正后凸畸形或使其呈前凸，复位骨折，C型臂透视椎体复位情况，对于复位不满意的病例，可适度在伤椎节段行手法按压复位，尽可能恢复椎体高度或使其呈生理前凸，随后经皮球囊扩张成形。

**穿刺途径：**T<sub>10</sub>以上节段经椎弓根旁途径穿刺置入球囊，T<sub>10</sub>以下节段经椎弓根途径穿刺置入球囊。双侧穿刺进针点：正位像（左侧10点钟、右侧2点钟位置），侧位像：沿椎弓根轴径方向。对于伤椎压缩明显的，可采取平行于塌陷终板的方向穿刺（椎弓根投影9点钟和3点钟位置）。术中穿刺成功后，常规取椎体组织送病理<sup>[18]</sup>，随后依次置入导针、扩张套管、工作套管，建立工作通道。力争置入的球囊位于伤椎前3/4处（前1/4-后1/4之间为宜）。C型臂透视下向球囊内缓慢推注对比剂扩张球囊待椎体复位满意后抽出对比剂，小心撤除球囊，缓慢注入骨水泥。

**常规注入组：**采用传统骨水泥调制一次性注入技术。

**间隔灌注联合体位复位组：**采用分次调制、间隔注入技术<sup>[19-21]</sup>。高龄骨质疏松患者骨密度较低，伤椎上终板、部分下终板及椎体壁破裂较明显，宜采用骨水泥分次调制、遵循低压缓慢灌注的原则将骨水泥注入患椎内。术中球囊扩张成形满意后抽出对比剂，撤出球囊，再次将对比剂缓慢注入，通过观察并记录对比剂渗漏部位，结合术前CT预判渗漏位置，调整骨水泥推管方向及位置，取20g骨水泥粉体及9.4g液体视椎体渗漏区域大小，先调取1/2或1/4，于拉丝期（较稀状态）在C型臂监测下缓慢低压少量注入封堵，约1min，待骨水泥初步固化，随后调制剩余的骨水泥于拉丝后期或团状早期一次注入，直至完成骨水泥全部注入。骨水泥注入全程在C型臂监测下进行。骨水泥灌注完毕，依次撤除推杆和工作套管，无菌敷贴贴敷切口。术后平卧2h即允许患者在腰围保护下下地功能锻炼。

两组患者术后均依据术前骨代谢血清标志物血清I型胶原N-端前肽和血清I型胶原C-末端肽交联水平，分别予以促成骨细胞功能或抑制破骨细胞功能药物等综合抗骨质疏松序贯治疗<sup>[22-25]</sup>。

1.6 主要观察指标 此次研究末次随访定为术后12个月。

**临床疗效：**术前、术后1周及末次随访时，完成目测类比评分（评分标准0-10，分值越高表示越不舒适）和Oswestry功能障碍指数问卷评估（问卷由10个问题组成，每个问题6个选项，每个问题最高得分为5分，即：实际得分/50×100%，分值越高表明功能障碍越严重）。

**影像学表现：**术前、术后1周及末次随访时，通过站立位X射线片测量伤椎前缘高度和伤椎后凸角（Cobb角）的变化。

**肺功能检测：**术前、术后1周及末次随访时使用赛睿牌便携式肺功能检测仪X1测试患者肺活量、肺总容量、用力肺活量和最大通气量等肺功能参数。

**并发症：**骨水泥渗漏率判定，依据X射线片及CT平扫+三维重建来判定骨水泥是否渗漏。

由同组未参与手术者负责所有结果的评估。

1.7 统计学分析 采用SPSS 24.0统计学软件统计分析，数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示。组间比较采用单因素方差分析，两两比较采用LSD检验， $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 120例患者全部进入结果分析。

2.2 试验流程图 见图1。

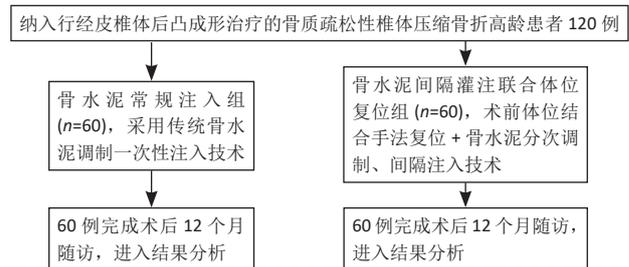


图1 | 试验分组流程图

Figure 1 | Flow chart of group assignment

2.3 两组患者基线资料比较 常规注入组术后随访12-60个月，平均30个月；间隔灌注联合体位复位组术后随访12-67个月，平均28个月。两组患者基线资料比较差异无显著性（ $P > 0.05$ ），见表2。

表2 | 两组患者基线资料的比较

Table 2 | Comparison of baseline data of patients in both groups

组别	n	男/女 (n)	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	疼痛持续时间 ( $\bar{x}\pm s$ , d)	骨折椎体 (单椎体/双椎体/三椎体, n)
常规注入组	60	22/38	86.64±5.33	21.58±9.36	25/15/20
间隔灌注联合体位复位组	60	18/42	87.59±6.29	24.11±8.47	23/20/17
P值		> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

2.4 两组患者临床疗效比较 两组患者术后的目测类比评分与Oswestry功能障碍指数均低于术前（ $P < 0.05$ ），两组间手术前后的目测类比评分与Oswestry功能障碍指数比较差异均无显著性意义（ $P > 0.05$ ），见表3。

表3 | 两组患者临床疗效比较

Table 3 | Comparison of clinical efficacy of patients in both groups

组别	目测类比评分			Oswestry 功能障碍指数 (%)		
	术前	术后1周	末次随访	术前	术后1周	末次随访
常规注入组	8.40±1.03	2.35±0.93 <sup>a</sup>	2.19±1.16 <sup>a</sup>	88.54±8.23	26.75±6.93 <sup>a</sup>	27.29±5.49 <sup>a</sup>
间隔灌注联合体位复位组	8.68±0.84	1.98±0.71 <sup>a</sup>	2.05±1.43 <sup>a</sup>	85.39±7.51	25.60±7.11 <sup>a</sup>	26.36±6.27 <sup>a</sup>
P值	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

表注：与术前比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$

2.5 两组患者影像学观察指标比较 两组患者术后的伤椎前缘高度均高于术前（ $P < 0.05$ ），伤椎Cobb角均小于术前（ $P < 0.05$ ）；两组间术前伤椎前缘高度与伤椎Cobb角比较差异均无显著性意义（ $P > 0.05$ ），两组术后伤椎前缘高度与伤椎Cobb角比

较差异均有显著性意义 ( $P < 0.05$ ), 间隔灌注联合体位复位组检测结果优于常规注入组, 见表 4。

表 4 | 两组患者影像学检查结果比较 ( $\bar{x} \pm s, n=60$ )  
Table 4 | Comparison of radiological results of patients in both groups

组别	椎体前缘高度 (mm)		
	术前	术后 1 周	末次随访
常规注入组	17.42±5.69	21.37±4.75 <sup>a</sup>	20.51±4.27 <sup>a</sup>
间隔灌注联合体位复位组	16.74±4.22	24.29±5.65 <sup>a</sup>	23.95±5.16 <sup>a</sup>
P 值	> 0.05	< 0.05	< 0.05

组别	Cobb 角 (°)		
	术前	术后 1 周	末次随访
常规注入组	15.63± 7.29	9.38±4.21 <sup>a</sup>	9.66±4.43 <sup>a</sup>
间隔灌注联合体位复位组	16.75±6.36	8.14±3.58 <sup>a</sup>	7.52±4.24 <sup>a</sup>
P 值	> 0.05	< 0.05	< 0.05

表注: 与术前比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$

2.6 两组患者肺功能检测结果比较 两组患者术前的肺活量、肺总容量、用力肺活量与最大通气量比较差异均无显著性意义 ( $P > 0.05$ ); 两组患者术后的肺活量、用力肺活量与最大通气量均大于术前 ( $P < 0.05$ ); 两组间术后的肺活量、用力肺活量与最大通气量比较差异均有显著性意义 ( $P < 0.05$ ), 间隔灌注联合体位复位组检测结果优于常规注入组, 见表 5。

表 5 | 两组患者肺功能参数检测结果 ( $\bar{x} \pm s, n=60, L$ )  
Table 5 | Results of lung function of patients in both groups

组别	术前			
	肺活量	肺总容量	用力肺活量	最大通气量
常规注入组	2.18±0.12	4.31±0.35	2.48±0.28	55.62±7.33
间隔灌注联合体位复位组	2.20±0.15	4.32±0.27	2.45±0.31	56.52±8.61
P 值	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

组别	术后 1 周			
	肺活量	肺总容量	用力肺活量	最大通气量
常规注入组	2.20±0.13 <sup>a</sup>	4.30±0.33	2.60±0.25 <sup>a</sup>	57.62±7.59 <sup>a</sup>
间隔灌注联合体位复位组	2.30±0.26 <sup>a</sup>	4.33±0.19	2.63±0.28 <sup>a</sup>	60.29±8.46 <sup>a</sup>
P 值	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

组别	末次随访			
	肺活量	肺总容量	用力肺活量	最大通气量
常规注入组	2.25±0.15 <sup>ab</sup>	4.31±0.23	2.61±0.25 <sup>a</sup>	62.48±8.52 <sup>ab</sup>
间隔灌注联合体位复位组	2.31±0.21 <sup>a</sup>	4.32±0.27	2.63±0.39 <sup>a</sup>	64.32±8.35 <sup>ab</sup>
P 值	< 0.05	> 0.05	< 0.05	< 0.05

表注: 与术前比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与术后 1 周比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$

2.7 骨水泥材料生物相容性与骨水泥渗漏 两组均未发生与骨水泥材料相关的不良反应。常规注入组的骨水泥总渗漏率为 15.0%(9/60), 其中 5 例为椎间隙渗漏 (3 例伤椎上椎间隙, 2 例伤椎下椎间隙), 椎间隙渗漏率 8.3%; 4 例为椎体周壁渗漏 (2 例椎体前壁, 1 例椎体后壁, 1 例椎体侧壁), 均无明显临床症状。间隔灌注联合体位复位组的骨水泥总渗漏率 3.3%(2/60), 2 例均为椎间隙渗漏, 均无明显临床症状。间隔灌注联合体位复位组的骨水泥总渗漏率低于常规注入组 ( $P < 0.05$ )。

### 3 讨论 Discussion

中国是世界上老年人口规模最大的国家, 目前正在进入一个持续 40 年的高速老龄化时期, 这将使人口转向重度老龄化和高龄化<sup>[26]</sup>, 随之而来的是一系列增龄相关的疾患。骨质疏松症就是每个人随着增龄都可能要面对的一种疾病, 其严重后果即是骨质疏松性骨折 (或称脆性骨折), 而最常发生的部位是椎体。经皮椎体后凸成形术是治疗骨质疏松性椎体压缩骨折最行之有效的办法之一<sup>[27]</sup>, 但鉴于老年人群尤其高龄人群骨质疏松相对严重且常伴有许多内科疾患, 是临床骨科医生面临的棘手问题。经皮椎体后凸成形术自 1999 年应用临床至今已经历 20 余年的临床实践检验<sup>[28]</sup>, 术后即刻的止痛和下地功能锻炼对于改善患者临床症状、减少卧床并发症、阻断骨质疏松的级联反应意义非凡<sup>[29]</sup>。

3.1 高龄 OVCF 的病理特点 年龄  $\geq 80$  岁<sup>[17,26]</sup>; 一般骨质疏松较严重, 通常  $T \leq -2.5$  SD 或骨密度  $< 80$  mg/cm<sup>3</sup>, 骨折压缩程度一般为 1/3-3/5, 上终板、部分下终板及椎体后壁破裂占比较多<sup>[13]</sup>; 椎体骨不连或假关节形成占比较多, 早期患者未发现或就诊后限于医疗或患者自身身体状况采取保守治疗未愈; 合并基础疾病多: 该年龄段人群常常罹患高血压病、慢性阻塞性肺疾病、冠心病、脑梗死、糖尿病等慢性疾病; 未诊率及漏诊率高, 患者骨折后胸腰背痛不明显未引起重视, 未就诊或未予正规诊治, 据报道首诊得到确诊的比率仅为 43%<sup>[30]</sup>。

#### 3.2 高龄患者椎体骨水泥发生渗漏的相关影响因素分析

**椎体质量:** ①骨折相关因素: 骨水泥渗漏易沿骨皮质破损处渗漏。通过术前 CT 评估分析骨折特点, 对易发生渗漏的部位进行预判; 其次, 骨水泥易沿椎基底静脉、椎间等静脉渗漏, 术中采取不同穿刺技术尽可能避免; 最后, 骨水泥也常常渗漏入椎旁软组织及椎间盘内, 术前 MRI 充分评估伤椎周围结构, 做到心中有数。②骨密度: 高龄骨质疏松患者骨密度偏低, 骨水泥弥散阻力较小, 易发生渗漏; 反之, 骨密度正常或较高时骨水泥弥散阻力较大, 不易渗漏。③合并椎体骨不连或假关节形成<sup>[21]</sup>: 高龄患者未诊率和漏诊率高, 合并椎体骨不连或假关节形成概率增高, 术中骨水泥渗漏概率大。

**骨水泥注射技术:** ①注射途径: 一般分为椎弓根入路 (单侧或双侧)、椎弓根旁 (经肋椎) 及后外侧入路等<sup>[31]</sup>。适宜的入路方式可以为骨水泥的注入提供安全通道, 降低骨水泥渗漏风险<sup>[32]</sup>。使用椎弓根入路可以增加骨水泥到达椎体外部的路径长度, 减少骨水泥渗漏的可能性。高龄患者常常合并脊柱侧凸、后凸等畸形, 骨折时椎弓根解剖结构常常遭到破坏, 术前 CT 定位及术中 C 型臂 X 射线机透视一定慎重。②穿刺方法: 高龄患者椎体松质骨质量硬度低, 尽可能“锤击进针”, 操作时尽可能用锤子将穿刺针敲入, 这样导针与周围骨组织接触更紧密, 避免徒手将导针旋转推进, 这样可能会使针道增宽, 增加了导针与周围骨组织间的间隙, 容易导致骨水泥渗漏。其次, 骨水泥注入结束聚合完毕拔针时通

过旋转套管可以使套管内遗留的骨水泥与椎体内的骨水泥分离,避免渗漏。③黏稠度:骨水泥黏度作为骨水泥性能的主要参数<sup>[33]</sup>,被认为是影响术后骨水泥渗漏的关键因素<sup>[34]</sup>。但其黏稠度与温度、时间及操作速度直接相关,一般来说骨水泥黏度越高越不容易发生渗漏<sup>[20]</sup>。④注射量、压力、速度及次数:注入量是影响骨水泥渗漏的关键因素之一。恰当的骨水泥注入量比注入方式更为重要。注入量太少,不能有效稳定及强化椎体,注入量太多则易发生渗漏<sup>[35]</sup>。掌控骨水泥注入压力是减少渗漏的关键步骤之一。注射压力太小则无法将骨水泥注入椎体内,如果注射压力太大,则会使骨水泥流动速度很快,容易发生渗漏。骨水泥灌注速率越高其流动速度越大,越易发生渗漏,因此注射速度不应过快。骨水泥注射次数越多越容易导致渗漏,因此,在保证注入量足够的前提下尽可能减少注射次数。

**3.3 高龄 OVCF 术后遗留腰背痛的相关影响因素分析** ①高龄 OVCF 术后遗留腰背痛与术中脊柱后凸畸形未完全纠正、强化椎体再塌陷、假关节形成有关<sup>[36-37]</sup>。作者在临床实践中发现部分患者术后遗留腰背痛,强化的椎体高度有丢失<sup>[40]</sup>,可能与骨折区域骨水泥填充不足、伤椎术后再骨折有关<sup>[15-16]</sup>,需给予消炎镇痛药物对症治疗,必要时需再次行椎体强化治疗。②脊椎感染:比例较少,通常表现为术后背部疼痛加重,经过积极抗感染后可治愈。骨水泥注入属于异物植入,术前术后应予以抗生素预防感染。③穿刺技术:通常与手术操作、高压注射骨水泥或骨水泥引起的炎症反应有关<sup>[38]</sup>。④创伤应激:椎体骨折后引发的急性或慢性持续腰背痛会诱发机体应激反应,骨质疏松骨折导致的严重创伤会使患者出现应激过度,增加了术后腰背痛遗留概率<sup>[39]</sup>。⑤骨质疏松:高龄骨质疏松患者手术前后要规范抗骨质疏松治疗。骨质疏松或低骨量常导致 OVCF 的愈合能力下降、椎体高度术后再丢失及椎体骨不连<sup>[40]</sup>。⑥肋骨骨折:高龄骨质疏松患者全身骨密度降低,在术前、术中及术后摆放体位及复位操作时挤压胸廓可发生容易忽略的肋骨骨折。

研究通过采用经皮椎体后凸成形术治疗 120 例高龄 OVCF 患者,结果显示骨水泥间隔灌注联合体位复位技术组和骨水泥常规注入组的目测类比评分和 Oswestry 功能障碍指数均在术后显著降低,两组间比较无明显统计学差异;伤椎椎体后凸角及椎体前缘高度均较术前明显改善,且两组之间有显著统计学差异。对于改善患者肺功能,骨水泥间隔灌注联合体位复位组要明显优于骨水泥常规注入组。文献报道,高龄骨质疏松患者胸椎或腰椎骨折后引起的后凸畸形显著降低了患者肺活量<sup>[41]</sup>,加重原有如肺炎、慢性支气管炎及阻塞性肺病在内的限制性肺病<sup>[42]</sup>。HOYT 等<sup>[43]</sup>报道平均每个胸椎骨折可使患者肺活量降低 9%,此外胸腰椎骨折可导致胃肠功能障碍。与此同时,脊柱骨折后凸使患者负重中心前移,导致患者行走失衡,增加跌倒或摔倒的危险性,负重中心前移加大了椎体前中柱特别是前柱所承受的载荷,导致椎体更易发生骨折<sup>[44]</sup>。因此,术中有效恢复伤椎高度、尽可能纠正

脊柱后凸畸形对于缓解患者术后疼痛、改善肺功能<sup>[45]</sup>、提高患者生活质量及预防再骨折至关重要<sup>[46-47]</sup>。

通过比较两组骨水泥渗漏率发现,骨水泥间隔灌注联合体位复位组的骨水泥渗漏率仅为 3.3%,显著低于常规注入组的 15.0%,也明显低于文献报道的 7.0%–15%<sup>[48-49]</sup>。究其原因,作者认为骨水泥间隔灌注联合体位复位技术在术前进行体位及手法复位,将脊柱置于过伸位,已使伤椎高度部分或全部恢复,增加了椎体体积,一定程度恢复了脊柱矢状序列,同时恢复了伤椎周围韧带等软组织张力,增强了外周血管紧张性,减少充血,进而减少了骨水泥外渗概率,也降低了术中球囊复位压力;另外,伤椎形态的恢复也使术中穿刺定位更容易,缩短了手术时间,减少了相关并发症的发生。值得注意的是,两组骨水泥渗漏发生在椎间隙的占比较大,提示高龄骨质疏松骨折患者终板破裂概率增大,且可能涉及椎间盘退变破裂,而经过骨水泥分次灌注封堵可以较好地预防水泥进一步渗漏。

有研究报道,接近 20% 的经皮椎体成形术治疗患者的骨水泥通过椎体终板渗入椎间隙<sup>[50]</sup>,此次研究显示经皮椎体后凸成形治疗的骨水泥椎间隙总渗漏率为 5.8%,其中骨水泥间隔灌注联合体位复位组渗漏率明显低于常规注入组。但骨水泥在椎间盘中是否增加椎间盘刚度、增大邻近节段应力而致邻椎骨折及继发塌陷,仍需进一步研究随访证实。其次,术中骨水泥分次调制有效封堵了椎体周壁的破损,使骨水泥充分咬合骨折处,更好地预防了因椎体骨不连或假关节形成时术中伤椎过度撑开骨水泥整体脱落至椎体前缘,导致椎体前缘伤及血管、脏器等重要结构的危险,既降低了水泥渗漏风险,也避免了因怕骨水泥渗漏导致的骨水泥注入量不足,有效恢复伤椎高度、纠正和预防伤椎后凸畸形的发生发展,达到进一步缓解患者术后遗留腰背痛、提高患者生活质量的目的。

研究的不足之处是样本量较少、随访时间短。尽管两种技术在术后及末次随访时的影像学效果有明显差异,且骨水泥间隔灌注联合体位复位组患者肺功能改善优于骨水泥常规注入组,但术后短期随访中的临床效果差异并不大,尤其对于骨水泥间隔灌注联合体位复位技术在预防术后腰背痛及椎体再骨折等并发症缺乏进一步的统计,接下来将进一步扩大样本量,做好术后长期随访,为该技术更好地运用于临床治疗高龄 OVCF 提供更加完善的信息及资料。

综上,基于上述结果得出结论:骨水泥间隔灌注联合体位复位技术与常规骨水泥注入技术的临床及影像学效果均良好,采用骨水泥间隔灌注联合体位复位技术可以明显减少骨水泥渗漏,改善患者肺功能。

**致谢:**感谢南京医科大学附属苏州医院骨科与运动医学中心胡丹主任和郝跃峰院长对试验的指导与帮助!感谢山西医科大学流行病学与统计学教研室张越讲师对试验统计的指导与帮助!

**作者贡献:**课题设计、评估及论文撰写为第一作者,实施为全部作者,资料收集为全部作者。

**经费支持:** 该文章接受了“南京医科大学姑苏学院科研项目(GSKY20210404)、山西省卫生健康委科研课题(2018124)和山西省高等学校科技创新项目(2019L0690)”的资助。所有作者声明,经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

**利益冲突:** 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

**机构伦理问题:** 研究获得南京医科大学附属苏州医院批准(KL901173)。

**知情同意问题:** 所有患者对治疗知情同意并签署了知情同意书。

**写作指南:** 该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND声明)。

**文章查重:** 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

**文章外审:** 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

**生物统计学声明:** 该文统计学方法已经山西医科大学流行病学与统计学教研室张越讲师审核。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

#### 4 参考文献 References

- [1] MCCARTHY J, DAVIS A. Diagnosis and Management of Vertebral Compression Fractures. *Am Fam Physician*. 2016;94(1):44-50.
- [2] LONG Y, YI W, YANG D. Advances in Vertebral Augmentation Systems for Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *Pain Res Manag*. 2020;2020:3947368.
- [3] MEDIN E, GOUDE F, MELBERG HO, et al. European Regional Differences in All-Cause Mortality and Length of Stay for Patients with Hip Fracture. *Health Economics*. 2015;24 Suppl 2:53-64.
- [4] LING X, CUMMINGS SR, MINGWEI Q, et al. Vertebral fractures in Beijing, China: the Beijing Osteoporosis Project. *J Bone Miner Res*. 2000;15(10):2019-2025.
- [5] YOO JE, SHIN DW, HAN K, et al. Association of Female Reproductive Factors With Incidence of Fracture Among Postmenopausal Women in Korea. *JAMA network open*. 2021;4(1):e2030405.
- [6] LEE YL, YIP KM. The osteoporotic spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1996; (323):91-97.
- [7] GOLDSTEIN CL, CHUTKAN NB, CHOMA TJ, et al. Management of the Elderly With Vertebral Compression Fractures. *Neurosurgery*. 2015; 77 Suppl 4:S33-45.
- [8] NORIEGA D, MARCIA S, THEUMANN N, et al. A prospective, international, randomized, noninferiority study comparing an implantable titanium vertebral augmentation device versus balloon kyphoplasty in the reduction of vertebral compression fractures (SAKOS study). *Spine J*. 2019;19(11):1782-1795.
- [9] CLARK W, BIRD P, GONSKI P, et al. Safety and efficacy of vertebroplasty for acute painful osteoporotic fractures (VAPOUR): a multicentre, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2016; 388(10052):1408-1416.
- [10] 杨惠林, 李茂, 王根林, 等. 勿忽视骨质疏松性椎体压缩性骨折经皮椎体强化术后病椎再骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2015,31(11): 961-962.
- [11] VENMANS A, KLAZEN CA, VAN ROOIJ WJ, et al. Postprocedural CT for perivertebral cement leakage in percutaneous vertebroplasty is not necessary--results from VERTOS II. *Neuroradiology*. 2011;53(1):19-22.
- [12] HULME PA, KREBS J, FERGUSON SJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(17):1983-2001.
- [13] HUANG S, ZHU X, XIAO D, et al. Therapeutic effect of percutaneous kyphoplasty combined with anti-osteoporosis drug on postmenopausal women with osteoporotic vertebral compression fracture and analysis of postoperative bone cement leakage risk factors: a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):452.
- [14] KIM HJ, ZUCKERMAN SL, CERPA M, et al. Incidence and Risk Factors for Complications and Mortality After Vertebroplasty or Kyphoplasty in the Osteoporotic Vertebral Compression Fracture-Analysis of 1,932 Cases From the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement. *Global Spine J*. 2020: 2192568220976355.
- [15] 江晓兵, 莫凌, 梁德, 等. 骨水泥在椎体骨折线内弥散情况对椎体成形术治疗效果的影响[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014,11(2): 144-149.
- [16] 贾建军, 李大川, 徐炜, 等. 骨科手术中骨水泥填充物的研究进展[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020,35(1):109-111.
- [17] 马远征, 王以朋, 刘强, 等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2018)[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2018,24(12):1541-1567.
- [18] SOZZI C, TRENTADUE M, NICOLI L, et al. Utility of vertebral biopsy before vertebroplasty in patients with diagnosis of vertebral compression fracture. *Radiol Med*. 2021. doi: 10.1007/s11547-021-01353-9.
- [19] 车艳军, 李宏倬, 牛建民, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折合并腰椎退变性疾病的治疗策略及疗效观察[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2013, 19(7):675-680.
- [20] 刘滔, 张志明, 史金辉, 等. 骨水泥温度梯度灌注技术在经皮椎体后凸成形术中的应用[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015,25(12):1073-1078.
- [21] 杨惠林, 牛国旗, 王根林, 等. 椎体后凸成形术治疗周壁破损的骨质疏松性椎体骨折[J]. *中华骨科杂志*, 2006,26(3):165-169.
- [22] ZHUANG M, CAI B, WANG F. Effectiveness and safety of percutaneous kyphoplasty combined with zoledronic acid in treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021. doi: 10.1007/s00402-021-03858-4.
- [23] YI H, CHEN T, GAN J, et al. Effects of percutaneous kyphoplasty combined with zoledronic acid injection on osteoporotic vertebral compression fracture and bone metabolism indices. *J Neurosurg Sci*. 2020. doi: 10.23736/S0390-5616.20.05117-6.
- [24] ZHANG J, ZHANG T, XU X, et al. Zoledronic acid combined with percutaneous kyphoplasty in the treatment of osteoporotic compression fracture in a single T12 or L1 vertebral body in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2019;30(7):1475-1480.
- [25] PAN C, LIU X, LI T, et al. Kinetic of bone turnover markers after osteoporotic vertebral compression fractures in postmenopausal female. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):314.
- [26] 陈卫. 国际视野下的中国人口老龄化[J]. *北京大学学报(哲学社会科学版)*, 2016,53(6):82-92.
- [27] HU KZ, CHEN SC, XU L. Comparison of percutaneous balloon dilation kyphoplasty and percutaneous vertebroplasty in treatment for thoracolumbar vertebral compression fractures. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018;22(1 Suppl):96-102.
- [28] MARCIA S, MUTO M, HIRSCH JA, et al. What is the role of vertebral augmentation for osteoporotic fractures? A review of the recent literature. *Neuroradiology*. 2018;60(8):777-783.
- [29] FIRANESCU CE, DE VRIES J, LODDER P, et al. Vertebroplasty versus sham procedure for painful acute osteoporotic vertebral compression fractures (VERTOS IV): randomised sham controlled clinical trial. *BMJ*. 2018;361:k1551.

- [30] PATEL U, SKINGLE S, CAMPBELL GA, et al. Clinical profile of acute vertebral compression fractures in osteoporosis. *Br J Rheumatol*. 1991; 30(6):418-421.
- [31] CHENG X, LONG HQ, XU JH, et al. Comparison of unilateral versus bilateral percutaneous kyphoplasty for the treatment of patients with osteoporosis vertebral compression fracture (OVCF): a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3439-3449.
- [32] 徐宝山, 胡永成. 经皮椎体后凸成形术的临床应用进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2003, 23(5):271-274.
- [33] LIN TY, LIU YC, WANG YC, et al. Cement Augmentation for Single-Level Osteoporotic Vertebral Compression Fracture: Comparison of Vertebroplasty With High-Viscosity Cement and Kyphoplasty. *World Neurosurg*. 2020;141:e266-e270.
- [34] ZENG TH, WANG YM, YANG XJ, et al. The clinical comparative study on high and low viscosity bone cement application in vertebroplasty. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(10):18855-18860.
- [35] 刘志强, 周云龙, 雷飞, 等. 不同时相骨水泥推注对经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折疗效的影响 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2020, 34(4):435-441.
- [36] PHILLIPS FM. Minimally invasive treatments of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(15 Suppl): S45-S53.
- [37] MCCONNELL CT JR, WIPPOLD FJ 2ND, RAY CE JR, et al. ACR appropriateness criteria management of vertebral compression fractures. *J Am Coll Radiol*. 2014;11(8):757-763.
- [38] CHIRAS J, DEPRIESTER C, WEILL A, et al. Percutaneous vertebral surgery. *Technics and indications*. *J Neuroradiol*. 1997;24(1):45-59.
- [39] WICHMANN S, KIRSCHBAUM C, BOHME C, et al. Cortisol stress response in post-traumatic stress disorder, panic disorder, and major depressive disorder patients. *Psychoneuroendocrinology*. 2017;83: 135-141.
- [40] QI H, QI J, GAO J, et al. The Impact of Bone Mineral Density on Bone Metabolism and the Fracture Healing Process in Elderly Chinese Patients With Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *J Clin Densitom*. 2021;24(1):135-145.
- [41] ENDO T, OHBA T, OBA H, et al. Prevalence and Key Radiographic Spinal Malalignment Parameters Associated with the Risk of Pulmonary Function Impairment in Patients Treated Surgically to Correct Adult Spinal Deformity. *Spine Surg Relat Res*. 2020;4(4):347-353.
- [42] KREGE JH, KENDLER D, KROHN K, et al. Relationship Between Vertebral Fracture Burden, Height Loss, and Pulmonary Function in Postmenopausal Women With Osteoporosis. *J Clin Densitom*. 2015; 18(4):506-511.
- [43] HOYT D, URITS I, ORHURHU V, et al. Current Concepts in the Management of Vertebral Compression Fractures. *Curr Pain Headache Rep*. 2020;24(5):16.
- [44] 庞巨涛, 张新虎, 孙建华, 等. 经皮球囊扩张椎体后凸成形后椎体再骨折的危险: 回顾性多因素分析 [J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(8):1182-1187.
- [45] DONG R, CHEN L, GU Y, et al. Improvement in respiratory function after vertebroplasty and kyphoplasty. *Int Orthop*. 2009;33(6):1689-1694.
- [46] SHENG S, ZHENZHONG S, WEIMIN J, et al. Improvement in Pulmonary Function of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Patients With Osteoporotic Vertebral Compression Fractures (OVCFs) After Kyphoplasty Under Local Anesthesia. *Int Surg*. 2015;100(3):503-509.
- [47] NIKOOBAKHT M, GERSZTEN PC, SHOJAEI SF, et al. Percutaneous balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures: a single-center analysis of pain and quality of life outcomes. *Br J Neurosurg*. 2021;35(2):166-169.
- [48] LEE MJ, DUMONSKI M, CAHILL P, et al. Percutaneous treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of complications. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(11):1228-1232.
- [49] MISHRA PK, DWIVEDI R, DHILLON CS. Osteoporotic Vertebral Compression Fracture and Single Balloon Extrapedicular Kyphoplasty: Findings and Technical Considerations. *Bull Emerg Trauma*. 2020; 8(1):34-40.
- [50] DERAMOND H, MATHIS JM. Vertebroplasty in osteoporosis. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2002;6(3):263-268.

(责任编辑: GW, ZN, ZJP)