

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.12.004 [http://www.crter.org]
曾逸文, 许建安. 经皮椎体成形中的骨水泥分期注射[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(12):2116-2122.

经皮椎体成形中的骨水泥分期注射☆

曾逸文, 许建安

南京中医药大学, 江苏省南京市 210000

文章亮点:

- 1 观察骨水泥分期注射在经皮椎体成形治疗中应用的方法和疗效。
- 2 目前经皮椎体成形作为治疗椎体骨质疏松性压缩骨折的一种微创技术已在临床被广泛应用,但对于椎体骨皮质不完整的患者,一直作为临床禁忌或相对禁忌证而应用受到限制,其面临的主要问题是担心术中骨水泥外漏压迫、损伤周围脆弱的神经、脊髓、血管组织。
- 3 采用骨水泥分期注射经皮椎体成形治疗椎体骨质疏松性压缩骨折扩大了手术适应证,能有效防止骨水泥外漏,获得满意的临床疗效,本组临床病例有限,长期疗效还有待进一步随访。
- 4 本组注射骨水泥(4.5±2.2)mL/椎体,低于以往文献报道量,且术后2d患者进行下床活动。
- 5 术前以CT扫描定位骨皮质缺损部位,术中通过注射对比剂进一步确定有无大的缺损性外漏及异常静脉交通,先取适量骨水泥,调制至拉丝后期,在透视监测下将骨水泥推送到椎体骨皮质破裂和静脉交通处进行封堵,再将套管归位,取适量骨水泥,调制至拉丝期对椎体进行注射,有效防止了骨水泥外漏。

关键词:

生物材料;组织工程骨材料;骨水泥;渗漏;经皮椎体成形术;骨质疏松性压缩性骨折;分期注射;适应证;骨皮质;椎体复位;生物材料图片文章

摘要

背景:对于椎体骨皮质不完整的骨质疏松性椎体压缩骨折患者,经皮椎体成形治疗可能会发生骨水泥外漏压迫、损伤周围脆弱的神经、脊髓、血管组织而被视为临床禁忌。

目的:观察骨水泥分期注射在经皮椎体成形治疗中应用的方法和疗效。

方法:选择椎体骨皮质不完整的骨质疏松性椎体压缩性骨折患者26例,全部行经皮椎体成形治疗,随机选择12椎体采用骨水泥单侧椎弓根注射,14椎体采用骨水泥双侧椎弓根注射。治疗前后了解骨折椎体复位情况、椎体的容量变化、骨水泥分布及外漏情况及疼痛目测类比分变化。

结果与结论:26个椎体无骨水泥外漏及神经根及脊髓受损情况,无肺栓塞及心脑血管系统急性反应,无手术中死亡。治疗后6个月时,两组椎体体积、疼痛目测类比分均较治疗前明显改善($P < 0.01$)。两组间比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。表明采用骨水泥分期注射经扩大了皮椎体成形手术适应证,能有效防止骨水泥外漏,获得满意临床疗效。

Staged injection of bone cement in percutaneous vertebroplasty

Zeng Yi-wen, Xu Jian-an

Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 21000, Jiangsu Province, China

Abstract

BACKGROUND: Percutaneous vertebroplasty can induce bone cement leakage to oppress and damage the surrounding nerves, spinal cord and vascular tissues in osteoporotic vertebral compression fractures patients who have incomplete vertebral bone cortex.

OBJECTIVE: To observe the method and therapeutic effect of staged injection of bone cement in

曾逸文☆,男,1963年生,江苏省宜兴市人,南京中医药大学在读博士,主任医师,主要从事脊柱外科疾病的临床治疗和基础研究工作。

zenyiw@163.com

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2013)12-02116-07

收稿日期:2012-07-14

修回日期:2012-08-15

(20120530007/GW·W)

Zeng Yi-wen☆, Studying for
 doctorate, Chief physician,
 Nanjing University of Chinese
 Medicine, Nanjing 21000,
 Jiangsu Province, China
 zenyiwen@163.com

Received: 2012-07-14
 Accepted: 2012-08-15

percutaneous vertebroplasty.

METHODS: Twenty-six patients with osteoporotic vertebral compression fractures, who had incomplete vertebral bone cortex, underwent percutaneous vertebroplasty. Of the 26 patients, 12 received unilateral transpedicular injection and 14 were administered with bilateral transpedicular injection of bone cement. The fractured vertebra reduction, vertebral volume, distribution and leakage of bone cement and visual analogue scale scoring were observed before and after operation.

RESULTS AND CONCLUSION: All the operations were successful, with no leakage of bone cement, damage of nerve root or spinal cord, pulmonary embolism, and acute cardiovascular system response. None of patients died during the operation. After 6 months, vertebral volume and scores on visual analogue scale were improved significantly ($P < 0.01$). However, no difference in the vertebral volume and visual analogue scale scores was found between the two groups ($P > 0.01$). As described above, staged injection of bone cement increases the surgical indications for percutaneous vertebroplasty, avoid the leakage of bone cement effectively and get satisfactory clinical curative effect.

Key Words: biomaterials; tissue-engineered bone materials; bone cement; leakage; percutaneous vertebroplasty; osteoporotic vertebral compression fractures; staged injection; indications; cortical bone; vertebra reduction; biomaterial photographs-containing paper

Zeng YW, Xu JA. Staged injection of bone cement in percutaneous vertebroplasty. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2013;17(12): 2116-2122.

0 引言

目前经皮椎体成形作为治疗椎体骨质疏松性压缩骨折的一种微创技术,已在临床被广泛应用,但对于椎体骨皮质不完整的患者,一直作为临床禁忌或相对禁忌证而应用受到限制,其面临的主要问题是担心术中骨水泥外漏压迫、损伤周围脆弱的神经、脊髓、血管组织^[1]。近年来,南京医科大学附属南京医院采用骨水泥分期注射法治疗椎体骨皮质不完整的骨质疏松性压缩骨折的患者,取得了满意疗效。

1 对象和方法

设计: 随机对照观察。

时间和地点: 病例来自2010年1月至2011年4月南京医科大学附属南京医院骨科。

对象:

骨质疏松性椎体压缩性骨折的诊断标准: 无明显外伤或仅有轻微外伤史,主要表现为腰背部疼痛、胀痛,坐立、行走时疼痛加重,甚至被迫卧床。检查相应椎体棘突,有明显压痛、叩痛。骨密度测量示中重度骨质疏松(T 值 ≤ -2.5)。X射线示椎体压缩性骨。CT显示椎体骨皮质不完整,椎管无塌陷、狭窄者。MRI脂肪抑制序列示病椎信号增高,为新鲜骨折。排除其他疾病并确诊为骨质疏松所致的压缩性骨折。

纳入标准: ①符合骨质疏松性压缩性骨折诊断标准者。②术前CT显示椎体骨皮质不完整,椎管无塌陷、狭窄者。③术前疼痛强度评价的疼痛目测类比分值为 8.3 ± 1.6 。④年龄55-81岁者。⑤心肺功能良好,能耐受长时间俯卧。

排除标准: 年龄小于55岁,骨密度测量未显示骨质疏松的患者;椎体骨皮质完整的患者;术前CT、MRI显示椎管塌陷、狭窄,有蝶形骨块伴神经脊髓压迫的患者;身体极度虚弱,心肺功能极差,不能耐受长时间俯卧的患者;病理性骨折;凝血功能障碍患者。

选择2010年1月至2011年4月南京医科大学附属南京医院骨科收治的骨质疏松性椎体压缩性骨折患者26例,其中男9例,女17例;年龄55-81岁,平均66岁。全部为单椎体骨折,骨折部位为 T_8-L_3 ,其中胸椎8个椎体,腰椎18个椎体,压缩程度为20%-70%。无明显外伤

或仅有轻微外伤史, 病程2 d-6年, 均服用非类固醇抗炎药或止痛药无效。术前CT显示椎体骨皮质不完整, 其中20个椎体为椎体前外侧, 6个椎体后壁不完整, 椎管无塌陷、狭窄。术前椎体体积为 $(21.4 \pm 6.8) \text{ cm}^3$ 。术前疼痛强度评价的疼痛目测类比分^[2](0为无疼痛, 10为最剧烈的疼痛) 8.3 ± 1.6 。术前常规检查血常规、凝血功能、肝功能、血糖、心电图、胸部透视等。全部行经皮椎体成形, 随机分组: 12椎体采用骨水泥单侧椎弓根注射(骨水泥单侧注射组), 14椎体采用双侧骨水泥椎弓根注射(骨水泥双侧注射组)。

试验分组:

Grouping:

骨水泥单侧注射组 (n=12)	采用骨水泥单侧椎弓根注射经皮椎体成形治疗
骨水泥双侧注射组 (n=14)	采用骨水泥双侧椎弓根注射经皮椎体成形治疗

材料: 采用美国Kyphon公司提供的微创器械及特制球囊和GE公司flexiveiw8800C臂机。

骨水泥: 英国Corin公司生产的甲基丙烯酸树脂: 粉状的甲基丙烯酸树脂多聚体, 液状的甲基丙烯酸树脂单聚体, 二者按2:1比例混合能自行固化坚硬成为高分子聚合物, 其弹性模量介于骨松质和金属之间经过测试, 在X射线下能显影。无细胞毒性, 与血液及组织相容性好, 无排异反应。

技术路线:

治疗方法: 26个椎体全部行经皮椎体成形治疗, 若术后透视骨水泥未过椎体中线, 再行对侧穿刺, 以防椎体受力不均, 其中12椎体采用单侧椎弓根注射, 14椎体采用双侧椎弓根注射。于穿刺点皮肤作一2 mm小切口, 根据C臂机屏幕上正侧位像所显示椎弓根的影像解剖标志行椎弓根穿刺, 超过椎体后缘约2 mm。取出针芯, 经针管插入克氏针作为导针, 然后取出针管。克氏针远端约位于椎体前2/3处, 将扩张器套入手术套管内后经克氏针扩张组织, 直达椎弓根或椎体, 取出扩张器并前推手术套管, 使手术套管紧贴椎弓根或椎体。将钻头接经克氏针和手术套管以手动钟摆式预钻成形器的置入通道。钻头与椎体前壁的距离至少为3 mm, 椎体内通道的长度应比成形器膨胀后的长度约3 mm。行球囊扩张成形者插入球囊, 通过高压泵注入对比剂, 确认纠正后凸畸形和病椎高度恢复满意后计量压力和容量, 抽出对比剂, 拔除球囊, 注射对比剂确定无大的缺损性外漏及异常静脉交通, 再结合术前CT定位, 确定椎体骨皮质缺损处, 将套管推送到缺损皮质附近, 根据缺损大小,

先取适量骨水泥, 调制至拉丝后期, 在透视监测下, 将骨水泥剂量1 mL左右推送到椎体骨皮质破裂处进行封堵在封堵处骨水泥凝固前, 迅速将套管推至椎体中部, 再取适量骨水泥, 调制至拉丝期队椎体进行注射。X射线下检查, 确定手术成功后取出手术套管, 局部压迫5 min, 缝合伤口, 无菌敷料覆盖。用同样的方法在椎体对侧注入骨水泥1 mL左右。术后密切观察患者双下肢感觉活动情况, 监测生命体征, 平卧4 h后自由翻身。

主要观察指标: 平均随访9个月(6-12个月)。术后复查X射线及CT检查了解骨折椎体复位情况、骨水泥分布及外漏情况。用CT容量分析法观测手术前后椎体的容积变化^[3]。观察手术前后疼痛强度评价的目测类比分的变化, 并进行组间t检验比较。

统计学分析: 采用SPSS 10.0软件处理, 所有指标用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间t检验比较。

2 结果

2.1 参与者数量分析 按意向性分析处理, 26例患者均进入结果分析, 无脱落。

2.2 骨水泥单侧注射组与骨水泥双侧注射组基线资料比较 由表1可见, 两组具有可比性。

表1 经皮椎体成形治疗中骨水泥单侧注射组与双侧注射组基线资料比较

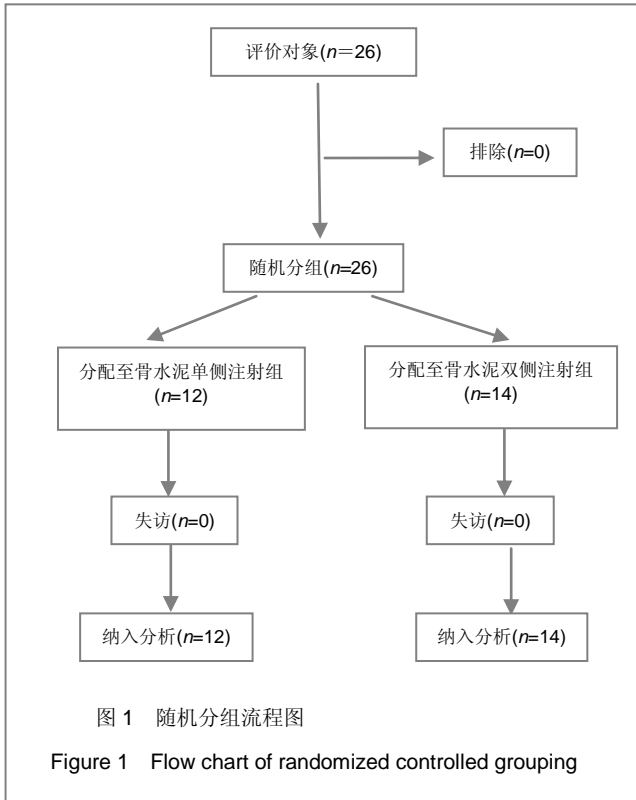
Table 1 Comparison of baseline data between patients receiving unilateral and bilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty

项目	单侧注射组 (n=12)	双侧注射组 (n=14)	P
男/女	4/7	5/9	> 0.05
年龄(岁)	56-80	58-76	> 0.05
骨密度($\bar{x} \pm s, T$ 值)	-2.9 ± 0.4	-3.1 ± 0.5	> 0.05
椎体体积($\bar{x} \pm s, \text{cm}^3$)	21.2 ± 6.2	21.6 ± 6.5	> 0.05
疼痛目测类比分($\bar{x} \pm s$)	8.4 ± 1.5	8.7 ± 1.7	> 0.05

注: 两组各指标比较无显著差异, 有可比性。

2.3 骨水泥单侧注射组与骨水泥双侧注射组随访情况 平均随访9个月(6-12个月), 无严重并发症, 无椎体塌陷。所有患者术后2 d都能佩戴腰围下床活动, 21例术后2个月腰背部疼痛消失。无严重并发症, 无椎体塌陷发生。

2.4 随机分组流程图 见图1。



2.5 骨水泥单侧注射组与骨水泥双侧注射组效果分析
成功对26个椎体注射骨水泥, 失血量忽略不计。注射骨水泥(4.5±2.2) mL/椎体, 随访6个月时, 椎体体积由治疗前的(21.4±6.8) cm³增至(25.8±4.5) cm³, 容积变化差异有非常显著性意义($t=8.46$, $P < 0.01$); 疼痛目测类比评分由治疗前8.6±1.4下降为术后48 h的2.2±0.8, 差异有非常显著性意义($t=26.4$, $P < 0.01$), 见表2, X射线摄片及CT见骨水泥呈斑片状、团块状或弥散状分布于病椎, 无骨水泥外溢。

表2 骨质疏松性椎体压缩性骨折经皮椎体成形治疗后6个月时骨水泥单侧注射组与双侧注射组椎体体积、目测类比疼痛评分的比较

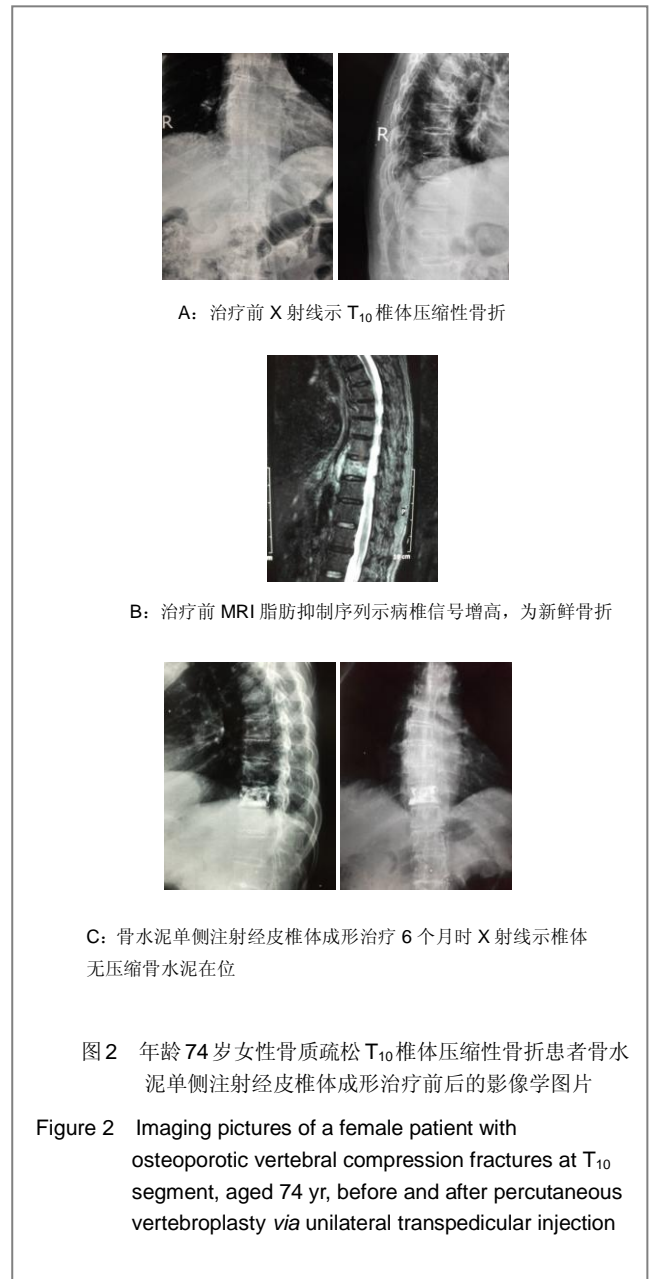
Table 2 Comparison of vertebral volume and scores on visual analogue scale in the unilateral and bilateral transpedicular injection groups at 6 mon after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures

组别	椎体体积(cm ³)	目测类比疼痛评分
骨水泥单侧注射组	4.3±2.3	2.1±0.9
骨水泥双侧注射组	4.6±2.5	2.3±0.7
<i>P</i>	> 0.05	> 0.05

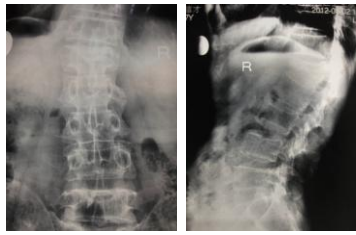
2.6 不良反应 无神经根及脊髓受损情况, 无肺栓塞及心脑血管系统急性反应, 无手术中死亡。

2.7 典型病例分析

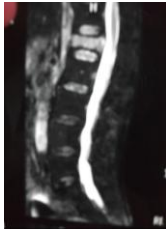
病例1: 74岁女性骨质疏松T₁₀椎体压缩性骨折患者, 治疗前椎体压缩程度1/5, 椎体体积20.3 cm³, 目测类比疼痛评分9, 选择骨水泥单侧注射经皮椎体成形治疗, 治疗后6个月, 椎体压缩程度17/7, 椎体体积22.4 cm³, 目测类比疼痛评分0, 无不良反应发生, 其治疗前后影像学检查, 见图2。



病例2: 72岁男性骨质疏松L₁椎体压缩性骨折患者, 治疗前椎体压缩1/3, 体积为16.8 cm³, 目测类比疼痛评分为10。选择骨水泥双侧注射经皮椎体成形治疗, 治疗后6个月, 椎体压缩程度1/5, 椎体体积为22.4 cm³, 目测类比疼痛评分1, 无不良反应发生, 其治疗前后影像学检查见图3。



A: 治疗前 X 射线示 L₁ 椎体压缩性骨折



B: 治疗前 MRI 脂肪抑制序列示病椎信号增高, 为新鲜骨折



C: 骨水泥双侧注射经皮椎体成形治疗 6 个月时 X 射线示椎体无压缩, CT 示骨水泥在位

图 3 年龄 72 岁男性骨质疏松 L₁ 椎体压缩性骨折患者骨水泥双侧注射经皮椎体成形治疗前后的影像学图片

Figure 3 Imaging pictures of a male patient with osteoporotic vertebral compression fractures at L₁ segment, aged 72 yr, before and after percutaneous vertebroplasty via bilateral transpedicular injection

3 讨论

骨质疏松性椎体压缩骨折是老年人群的常见病, 其治疗方法包括保守治疗、开放手术治疗和近年开展的经皮椎体后凸成形治疗。传统治疗方法(卧硬板床休息、对症治疗等)止痛效果差且显效缓慢, 容易出现卧床并发症; 长期卧床又导致骨质疏松进一步加重, 增大再次骨折危险性, 形成恶性循环。开放式手术治疗创伤大, 后路椎弓根内固定不能增加椎体强度、恢复其稳定性, 常导致治疗失败。后者是新发展起来的脊柱微创手术, 创伤小, 能有效缓解疼痛, 后凸成形还能恢复病椎高度, 纠正后凸畸形, 并在病椎中产生一个空腔, 可在低压条件下注入黏稠度较高的骨水泥, 降低骨水泥的渗漏, 提高临床疗效。

26例患者临床资料:

Clinical data of 26 patients:

病例序号	性别	年龄(岁)	骨密度(T值)	术前椎体体积(cm ³)	术目前测类比疼痛评分	经皮椎体成形治疗	不良反应
1	男	55	-2.6	21.7	10	骨水泥单侧注射	无
2	男	57	-2.7	25.6	6	骨水泥双侧注射	无
3	男	67	-2.7	18.6	8	骨水泥单侧注射	无
4	男	81	-3.5	16.7	7	骨水泥双侧注射	无
5	男	72	-3.0	16.8	9	骨水泥双侧注射	无
6	男	76	-3.5	22.4	7	骨水泥单侧注射	无
7	男	58	-3.0	23.6	7	骨水泥双侧注射	无
8	男	74	-3.2	25.7	8	骨水泥双侧注射	无
9	男	72	-2.8	22.6	9	骨水泥单侧注射	无
10	女	57	-3.3	28.6	8	骨水泥双侧注射	无
11	女	77	-3.5	24.5	8	骨水泥单侧注射	无
12	女	74	-3.2	20.3	9	骨水泥单侧注射	无
13	女	65	-2.8	22.4	10	骨水泥双侧注射	无
14	女	63	-3.3	19.6	7	骨水泥双侧注射	无
15	女	58	-3.5	23.7	6	骨水泥单侧注射	无
16	女	61	-3.0	26.5	9	骨水泥单侧注射	无
17	女	70	-3.2	24.3	8	骨水泥双侧注射	无
18	女	62	-2.8	28.2	7	骨水泥双侧注射	无
19	女	59	-3.3	19.6	9	骨水泥双侧注射	无
20	女	73	-3.5	22.4	8	骨水泥单侧注射	无
21	女	76	-3.2	25.3	7	骨水泥双侧注射	无
22	女	63	-2.8	24.6	9	骨水泥单侧注射	无
23	女	56	-3.3	17.5	6	骨水泥双侧注射	无
24	女	74	-3.5	23.6	10	骨水泥单侧注射	无
25	女	67	-3.0	20.3	8	骨水泥双侧注射	无
26	女	66	-3.2	17.5	8	骨水泥双侧注射	无

椎体成形治疗的主要目的是消除疼痛,文献报道经皮椎体后凸成形总的疼痛缓解率为70%–95%^[4-7],本组患者术后疼痛都由不同程度缓解目测类比疼痛评分由术前 8.6 ± 1.4 下降为术后48h的 2.2 ± 0.8 ,差异有非常显著性意义($t=26.4$, $P < 0.01$),21例术后2个月腰部疼痛消失,临床治疗结果比较满意。其次是恢复椎体高度和脊柱的生物力学稳定性,Liebschner等^[6-11]对30例患者70个椎体做了经皮椎体成形治疗,70%椎体恢复了被压缩高度的47%,50%以上的患者纠正了后凸畸形。本组椎体体积由术前(21.4 ± 6.8) cm^3 增至术后(25.8 ± 4.5) cm^3 ,体积变化差异有非常显著性意义($P < 0.01$)。椎体高度的恢复还与椎体的骨质量、扩张的程度、注射骨水泥的压力、骨水泥的质量、病变的程度、病程的长短、患者的体位及注射方法(单或双侧)有关。有关骨水泥的注射量,Cotton等^[1, 12-15]认为骨水泥注射量一般为2.0–15.0 mL,颈椎平均为25 mL,胸椎平均为5.5 mL,腰椎平均为7.0 mL。Lee等^[8]认为每个椎体注射的骨水泥只需达到椎体的15%,其硬度即可恢复到损伤前的水平。Komemushi等^[16-21]认为骨水泥注射量的注射量与椎体体积的恢复呈正相关,而与疼痛的缓解无相关性。本组注射骨水泥(4.5 ± 2.2) mL/椎体,低于上述报道,所有患者术后2 d都能下地活动。有研究观察病程超过1年的45例疏松性压缩骨折患者的MRI骨髓水肿信号改变与疼痛、活动改善的关系,随访1–18个月,发现尽管所有椎体有骨髓水肿信号的患者都取得了满意疗效,但统计学显示两者无直接相关性。本组发现MRI上骨髓水肿信号改变与病程及症状无直接关系,这与骨质疏松性压缩骨折疼痛的复杂机制有关。Syed等^[22]通过对急性、亚急性椎体骨质疏松性压缩骨折术后1年随访发现,有1/5的患者再次发生骨折。本组平均随访9个月(6–12个月),无严重并发症,无椎体塌陷,可能与患者的体质量、活动强度等有关。

目前骨水泥的渗漏是术中最常见的并发症,Cotton等^[1]报道了40例椎体经皮椎体成形治疗中出现各种渗漏,其中15例出现硬膜外渗漏,8例椎间孔渗漏,8例椎间盘渗漏,2例静脉丛渗漏,21例椎旁软组织渗漏。有研究报道在30个患者中施行70例经皮椎体成形治疗结果,骨水泥渗漏的发生率为8.6%。骨水泥外漏与骨皮质完整与否、骨水泥黏度、注射时的压力密切相关^[23-28]。对于椎体骨皮质不完整的患者,经皮椎体成形一直作为临床禁忌或相对禁忌证而应用受到限制,其面临的主要问题是担心术中骨水泥外漏压迫、损伤周围脆弱的神

经、脊髓、血管组织。究其原因是通常注射的骨水泥采用的是拉丝期,骨水泥容易沿骨皮质缺损部外渗,尤其是对于椎管后壁不完整的椎体,向椎管后方的外渗,一旦压迫、灼伤脊髓和神经,其后果不堪设想。本组未见骨水泥外溢,这与本组采用的骨水泥分期注射法密切相关,术前通过CT扫描对骨皮质缺损部进行定位,术中通过注射对比剂进一步确定有无大的缺损性外漏及异常静脉交通,先取适量骨水泥,调制至拉丝后期,在透视监测下,将骨水泥推送到椎体骨皮质破裂和静脉交通处进行封堵,再将套管归位,取适量骨水泥,调制至拉丝期对椎体进行注射,可以有效防止骨水泥外漏,使病椎得到十分而满意均匀的浸润和充填,可有效防止后期因椎体受力不均而引起的再骨折。

结论:采用骨水泥分期注射经皮椎体成形治疗椎体骨质疏松性压缩骨折扩大了手术适应证,能有效的防止骨水泥外漏,获得满意的临床疗效,本组临床病例有限,长期疗效还有待进一步随访。

作者贡献:所有作者进行实验设计、实验实施及实验评估,资料收集及成文为第一作者,,第二作者审校,第一作者对文章负责。

利益冲突:课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求:所有患者对治疗均知情同意。

作者声明:文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。

4 参考文献

- [1] Cotton A,Dewatre F,Cortet B,et al.Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical followup.Radology.1996; 200(3): 525-536.
- [2] Huskisson EC.Measurement of pain.Lancet.1974;2:112-1131.
- [3] Komemushi A,Tanigawa N,Kariya S,et al.Percutaneous vertebroplasty for compression fracture: analysis of vertebral body volume by CT volumetry. Acta Radiol.2005;46(3): 276-279.
- [4] Muto M,Muto E,Izzo R,et al.Vertebroplasty in the treatment of back pain. 2005;109(3):208-219.
- [5] Lieberman IH,Dudeney S,Reinhardt MK,et al.Initial outcome and efficacy of "Kyphoplasty" in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fracture. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26:1631-1638.

- [6] Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM, et al. Effects of bone cement Volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26: 1547-1554.
- [7] Akkaya T, Ersozlu S, Ozgur AF, et al. Early results of kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2007;41(2):127-131.
- [8] Lee JH, Lee SH. Multiple vertebral compression fractures associated with post partum osteoporosis. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2011;24(2):117-121.
- [9] Yang XM, Wu TL, Xu HG, et al. Modified unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Orthop Surg*. 2011;3(4):247-252.
- [10] Nieuwenhuijse MJ, van Erkel AR, Dijkstra PD. Percutaneous vertebroplasty in very severe osteoporotic vertebral compression fractures: feasible and beneficial. *J Vasc Interv Radiol*. 2011;22(7):1017-1023.
- [11] Ishiguro S, Kasai Y, Sudo A, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures using calcium phosphate cement. *A J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2010; 18(3):346-351.
- [12] Patel N. Percutaneous vertebroplasty: role in treatment of vertebral compression fractures. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2010;21(4):869-876.
- [13] Yan D, Duan L, Li J, et al. Comparative study of percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131(5):645-650.
- [14] Thillainadesan J, Schlaphoff G, Gibson KA, et al. Long-term outcomes of vertebroplasty for osteoporotic compression fractures. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2010;54(4):307-314.
- [15] Sun ZG, Miao XG, Yuan H, et al. Assessment of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty for treatment of senile osteoporotic vertebral compression fractures. *Zhongguo Gu Shang*. 2010;23(10):734-738.
- [16] Komemushi A, Tanigawa N, Kariya S, et al. Percutaneous vertebroplasty for compression fracture: analysis of vertebral body volume by CT volumetry. *Acta Radiol*. 2005;46(3): 276-279.
- [17] Muijs SP, van Erkel AR, Dijkstra PD. Treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures: a brief review of the evidence for percutaneous vertebroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(9):1149-1153.
- [18] Chen LH, Lai PL, Chen WJ. Current status of vertebroplasty for osteoporotic compression fracture. *Chang Gung Med J*. 2011; 34(4):352-359.
- [19] Kim YJ, Lee JW, Park KW, et al. Pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures: incidence, characteristics, and risk factors. *Radiology*. 2009;251(1):250-259.
- [20] Nieuwenhuijse MJ, Van Erkel AR, Dijkstra PD. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: identification of risk factors. *Spine J*. 2011;11(9):839-848.
- [21] Brown DB, Glaiberman CB, Gilula LA, et al. Correlation between preprocedural MRI findings and clinical outcomes in the treatment of chronic symptomatic vertebral compression fractures with percutaneous vertebroplasty. *AJR Am J Roentgenol*. 2005;184(6):1951-1955.
- [22] Syed MI, Patel NA, Jan S, et al. New symptomatic vertebral compression fractures within a year following vertebroplasty in osteoporotic women. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26(6): 1601-1604.
- [23] Anselmetti GC, Zoarski G, Manca A, et al. Percutaneous vertebroplasty and bone cement leakage: clinical experience with a new high-viscosity bone cement and delivery system for vertebral augmentation in benign and malignant compression fractures. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2008; 31(5): 937-947.
- [24] Han KR, Kim C, Eun JS, et al. Extrapedicular approach of percutaneous vertebroplasty in the treatment of upper and mid-thoracic vertebral compression fracture. *Acta Radiol*. 2005; 46(3):280-287.
- [25] Kamano H, Hiwatashi A, Kobayashi N, et al. New vertebral compression fractures after prophylactic vertebroplasty in osteoporotic patients. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;197(2): 451-456.
- [26] Vcelak J, Toth L, Slegl M, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty-treatment of osteoporotic vertebral fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2009;76(1):54-59.
- [27] Kim HW, Song JW, Kwon A, et al. Percutaneous vertebroplasty for pregnancy-associated osteoporotic vertebral compression fractures. *J Korean Neurosurg Soc*. 2010;47(5):399-402.
- [28] Tseng YY, Yang TC, Tu PH, et al. Repeated and multiple new vertebral compression fractures after percutaneous transpedicular vertebroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34(18): 1917-1922.