

# 经皮椎体成形术或经皮后凸成形术治疗合并脊柱侧凸的脊柱压缩性骨折\*

李穗鸥<sup>①</sup> 杨波\*\* 尹颢 杨富国 王 箬 李建生

(广州医科大学附属第三医院骨科, 广州 510510)

**【摘要】 目的** 探讨经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)或经皮后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)治疗合并脊柱侧凸的脊柱压缩性骨折的疗效。**方法** 我院 2014 年 1 月~2016 年 1 月采用 PVP 或 PKP 治疗合并脊柱侧凸的脊柱压缩性骨折 61 例(PVP 50 例, PKP 11 例)。测量术前、术后 3 d、术后 3 个月、6 个月和最后一次随访时脊柱侧凸 Cobb 角, 以及伤椎最塌陷处的高度。**结果** 骨水泥渗漏 17 例。61 例随访 8~12 个月, 平均 9.4 月, 术前与术后 4 个时间点脊柱侧凸 Cobb 角比较差异具有统计学意义( $F=145.745, P=0.000$ )。术前脊柱侧凸 Cobb 角为  $16.4^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$ , 显著大于末次随访  $13.3^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$  ( $P=0.000$ )、术后 6 个月  $13.4^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$  ( $P=0.000$ )、术后 3 个月  $13.9^{\circ} \pm 5.6^{\circ}$  ( $P=0.000$ ) 和术后 3 d  $14.2^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$  ( $P=0.000$ )。术前与术后 4 个时间点椎体最塌陷处高度比较差异具有统计学意义( $F=107.928, P=0.000$ )。术前最塌陷处椎体高度  $(1.9 \pm 0.6)$  cm, 显著低于末次随访  $(2.0 \pm 0.6)$  cm ( $P=0.000$ )、术后 6 个月  $(2.1 \pm 0.6)$  cm ( $P=0.000$ )、术后 3 个月  $(2.1 \pm 0.6)$  cm ( $P=0.000$ ) 和术后 3 d  $(2.1 \pm 0.6)$  cm ( $P=0.000$ )。**结论** PVP 或 PKP 治疗合并脊柱侧凸的脊柱压缩性骨折患者, 可显著改善脊柱侧凸畸形以及伤椎最塌陷处高度。

**【关键词】** 经皮椎体成形术; 经皮后凸成形术; 脊柱侧凸; 骨折; 脊柱

文献标识: A 文章编号: 1009-6604(2018)03-0244-05

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2018.03.014

**Percutaneous Vertebroplasty or Percutaneous Kyphoplasty for the Treatment of Spinal Compression Fracture Combined With Scoliosis** Li Suiou, Yang Bo\*, Yin Biao\*, et al. \* Department of Orthopedics, Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510510, China

Corresponding author: Yang Bo, E-mail: yangbom333@vip.163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the efficacy of percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP) for treating spinal compression fractures combined with scoliosis. **Methods** A retrospective analysis of 61 patients with compression fractures combined with scoliosis were treated by PVP (50 patients) or PKP (11 patients) in our hospital from January 2014 to January 2016. The Cobb angle of the scoliosis and the height of the collapse vertebral bodies were measured before surgery, 3 days after surgery, 3 months after surgery, 6 months after surgery, and at the last time of follow-up. **Results** There were 17 cases showed complication of bone cement leakage. All the 61 cases were followed up for 8-12 months (mean, 9.4 months). As compared to the preoperative scoliosis Cobb angle, postoperative scoliosis Cobb angle at 4 timepoints showed statistically significant differences ( $F=145.745, P=0.000$ ). The scoliosis Cobb angle before surgery was  $16.4^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$ , which was significantly higher than that at the last follow-up ( $13.3^{\circ} \pm 5.5^{\circ}, P=0.000$ ), at 6 months postoperatively ( $13.4^{\circ} \pm 5.5^{\circ}, P=0.000$ ), at 3 months postoperatively ( $13.9^{\circ} \pm 5.6^{\circ}, P=0.000$ ), and at 3 days postoperatively ( $14.2^{\circ} \pm 5.5^{\circ}, P=0.000$ ). As compared to the preoperative height of the collapse vertebral bodies, postoperative height of the collapse vertebral bodies at 4 timepoints showed statistically significant differences ( $F=107.928, P=0.000$ ). The height of the collapse vertebral bodies before surgery was  $(1.9 \pm 0.6)$  cm, which was significantly lower than that at the last follow-up ( $2.0 \pm 0.6$  cm,  $P=0.000$ ), at 6 months postoperatively ( $2.1 \pm 0.6$  cm,  $P=$

\* 基金项目: 广东省科技厅社会发展领域项目(2014A020212355); 广东省研究生教育创新计划项目(2015SFKC30); 2016 年上级补助收入 2016 年省级高等教育“创新强校工程”专项基金项目(B16036006)

\*\* 通讯作者, E-mail: yangbom333@vip.163.com

① 现工作单位: 广州市白云区人民医院骨科, 广州 510500

0.000), at 3 months postoperatively ( $2.1 \pm 0.6$  cm,  $P = 0.000$ ), and at 3 days postoperatively ( $2.1 \pm 0.6$  cm,  $P = 0.000$ ).

**Conclusion** Treatment of spinal compression fractures combined with scoliosis with PVP or PKP is effective, and it can significantly correct spinal scoliosis and restore the height of the collapse vertebral bodies.

**【Key Words】** Percutaneous vertebroplasty; Percutaneous kyphoplasty; Scoliosis; Fracture; Spine

经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和经皮后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)治疗椎体压缩性骨折有近 20 年的历史,具有术后能迅速缓解疼痛<sup>[1]</sup>、恢复患者活动能力、大幅度改善生存质量等诸多特点,确切的治疗效果已经得到广泛肯定。合并脊柱侧凸畸形的骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)的治疗文献报道较少,因为患者的特殊性,治疗尤其是微创手术穿刺操作技巧(尤其伴有旋转的脊柱侧凸 OVCF 患者)、影像学 C 形臂 X 线机术中摄片投照的个性化调节都很重要。2014 年 1 月~2016 年 1 月我院施行 PVP 或 PKP 治疗合并脊柱侧凸的脊柱压缩性骨折 61 例,报道如下。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 61 例,男 7 例,女 54 例。年龄( $79 \pm 11$ )岁。36 例有明确的腰背痛症状,22 例有明确外伤史,3 例椎体转移瘤后椎体压缩性骨折。共 84 个椎体骨折:41 例单椎体压缩性骨折( $L_1$  14 例,  $T_{12}$  7 例,  $L_3$  5 例,  $T_{11}$  4 例,  $L_2$ 、 $L_4$  各 2 例,  $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ 、 $T_9$ 、 $T_{10}$ 、 $L_5$  各 1 例),17 例双椎体骨折( $T_{12} + L_1$  3 例,  $L_1 + L_4$  2 例,其中以  $T_{12}$ 、 $L_1$  累及最多),3 例 3 个椎体骨折(分别为  $T_9 + T_{11} + L_1$ 、 $T_{12} + L_2 + L_4$ 、 $T_{11} + L_1 + L_4$ )。除存在脊柱侧凸畸形外,19 例脊柱后凸 Cobb 角  $>50^\circ$  合并脊柱后凸畸形。根据正位 X 线片上椎弓根的位置,采用 Nash-Moe 法<sup>[2]</sup>将椎体的旋转分为 5 度:0 度 27 例, I 度 19 例, II 度 13 例, III 度 2 例。采用双能 X 线骨密度(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)法测量髋关节密度,骨密度 T 值均低于 2.5 标准差,为  $-2.95 \pm 0.30$ 。

病例选择标准:年龄  $>60$  岁;骨密度测定 T 值减少 2.5 个标准差为标准诊断骨质疏松症<sup>[3]</sup>;脊柱全长正位片经 Cobb 法测量,脊柱侧凸 Cobb 角  $>10^\circ$ ,存在脊柱侧凸畸形;X 线检查示 1 个或多个椎体压缩塌陷;MRI 检查示骨髓水肿信号,有新鲜压缩性骨折;椎体骨折块未突入椎管,未引发下肢神经症状,大小便正常。排除标准:非骨质疏松合并压缩性骨折;心肺功能异常不能耐受俯卧位;椎体后壁穿

破,有神经症状需要椎管减压或椎弓根螺钉固定。

### 1.2 方法

参考郑召民等<sup>[4]</sup>PVP 与 PKP 的手术适应证,50 例行 PVP,11 例由于椎体严重塌陷或椎体后凸畸形  $>60^\circ$  选择 PKP。俯卧位。为提高穿刺的成功率,椎体旋转大于 I 度的患者,在穿刺时 C 形臂 X 线机监控时需要做相应调整,术中 23 例 C 形臂 X 线机进行纵向横向旋转调整。图 1 为患者腰椎正位片,存在 I 度及以上旋转畸形,两侧椎弓根影到中央棘突影(绿色线标示)之间的距离(用红色线条测量)明显不同。通过旋转 C 形臂 X 线机球管位置,得到两侧椎弓根影对称(图 2),并与棘突间距相同。同时正侧位显示前后终板投影呈一线影。

45 例术前 CT 显示骨折压缩集中在椎体一侧以及对手术过程耐受差,选择单侧椎弓根穿刺,16 例行双侧穿刺。在 C 形臂 X 线机监视下确定进针点位置,并于体表标记,以椎弓根在体表投影的外上缘为穿刺点。消毒铺巾后,1%利多卡因浸润麻醉至关节突骨膜,尖刀做皮肤切口<sup>[5]</sup>。进针过程实时监控,穿刺针进至椎体前中 1/3 处,拔出针芯置入工作通道<sup>[6]</sup>。11 例 PKP 经过球囊扩张后,调配骨水泥[意大利 Tecres S. P. A. Mendec Spine 骨水泥,由液体及粉体组成,液体主要成分是甲基丙烯酸甲酯单体,粉体主要成分为甲基丙烯酸甲酯苯乙烯共聚物,经混合搅拌后使用。批准文号:国食药监械(进)字 2014 第 3652518 号],待骨水泥呈“拉丝状”后开始推注,推注全程严密观察患者生命体征<sup>[7]</sup>,同时观察骨水泥弥散、外渗情况。在骨水泥固化期,旋转穿刺针并缓慢拔除,压迫止血后覆以无菌敷料。术后腰围保护 1 个月,根据患者骨密度评估,骨质疏松患者给予规范抗骨质疏松治疗<sup>[8]</sup>。

### 1.3 Cobb 角和伤椎最塌处椎体高度的测量

由于患者合并脊柱侧凸畸形,术前完善脊柱全长 X 线片,正位 X 线片用 Cobb 法(头侧端椎上缘的垂线与尾侧端椎下缘的垂线的交角即为 Cobb 角)测量侧凸的 Cobb 角。对于存在 1 个以上的弯曲者,测量责任椎所在主弯的 Cobb 角。在侧位 X 线片测量骨折后椎体最大塌陷处高度,即为责任椎最塌陷处上终板到下终板的距离。分别测量手术前脊柱侧

凸 Cobb 角、伤椎最塌陷处的高度。

1.4 术后评估

术后使用术前一样的方法,测量术后 3 d、3、6 个月和最后一次随访时脊柱侧凸 Cobb 角,以及伤椎最塌陷处的高度。评估术后正侧位 X 线片,将骨水泥弥散程度分为 3 级<sup>[9]</sup>:1 级,正位片和侧位片骨水泥投影均 $\leq 1/2$ ,认为骨水泥弥散 $\leq 25\%$ (图 3);2 级,正位或侧位片,一张见骨水泥投影 $\leq 1/2$ ,同时另一张投影 $> 1/2$ ,认为骨水泥弥散 $25\% \sim 50\%$ (图 4);3 级,正侧位片骨水泥投影均 $> 1/2$ ,认为骨水泥弥散 $> 50\%$ (图 5)。同时观察骨水泥是否出现渗漏,记录渗漏位置:椎前、椎管、椎旁、椎间、钉道、血管等。所有影像学参数由医院 2 名放射科医师双盲测量,记录数据。

1.5 观察指标

手术时间、住院时间、手术节段、骨水泥量、单侧还是双侧穿刺、放射次数、弥散等级、骨水泥渗漏情况、主弯数、顶椎是否骨折、骨折是否位于端椎内、侧弯旋转分度、C 形臂是否调整、放射次数。

1.6 统计学分析

使用 SPSS22.0 进行统计学处理。正态分布的连续变量用 $\bar{x} \pm s$ 表示,术前后侧凸 Cobb 角和最塌陷处椎体高度比较采用重复测量的方差分析。 $P < 0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

放射次数为 $(20.8 \pm 19.5)$ 次。PVP 50 例,PKP 11 例。手术时间 $(2.14 \pm 1.81)$ h;手术 $(1.4 \pm 0.6)$ 节椎体。单主弯 46 例,双主弯 15 例。16 例顶椎骨折,49 例端椎内骨折,12 例端椎外骨折。住院 $(12.6 \pm 8.2)$ d。

2.1 骨水泥渗漏

注射骨水泥量 $(3.77 \pm 0.93)$ ml,骨水泥弥散分度 1 级 3 例,2 级 29 例,3 级 29 例。17 例发生骨水泥渗漏,占 27.9%,均未出现明显的疼痛和神经症状。徐毅等<sup>[10]</sup>将经皮椎体成形术并发骨水泥外溢分为 4 型,本研究由于出现针道、血管渗漏,细分为 6 型(图 6):a 型椎前漏 2 例,b 型椎管漏 2 例,c 型椎旁漏 2 例,d 型椎间漏 9 例,e 型针道漏 1 例,f 型血管漏 1 例。

2.2 侧凸 Cobb 角和最塌陷处椎体高度

61 例随访 8 ~ 12 个月,平均 9.4 月。术前后脊柱侧凸 Cobb 角比较有统计学差异( $F = 145.745, P = 0.000$ ),术前与术后 4 个时点 Cobb 角比较均有

统计学差异( $P$  均 $= 0.000$ )。术后 Cobb 角较术前 Cobb 角明显改善,但 PVP 和 PKP 并不能达到对椎体畸形矫正目的,术后侧凸 Cobb 角依然 $> 10^\circ$ 。术前后最塌陷处伤椎高度比较有统计学差异( $F = 107.928, P = 0.000$ ),术前与术后 4 个时点最塌陷处伤椎高度比较均有统计学差异( $P$  均 $= 0.000$ ),见表 1。

表 1 术前后侧凸 Cobb 角和最塌陷处椎体高度的比较( $n = 61, \bar{x} \pm s$ )

时间	侧凸 Cobb 角( $^\circ$ )	最塌陷处椎体高度(cm)
术前①	$16.4 \pm 5.5$	$1.9 \pm 0.6$
术后 3 d②	$14.2 \pm 5.5$	$2.1 \pm 0.6$
术后 3 个月③	$13.9 \pm 5.6$	$2.1 \pm 0.6$
术后 6 个月④	$13.4 \pm 5.5$	$2.1 \pm 0.6$
末次随访⑤	$13.3 \pm 5.5$	$2.0 \pm 0.6$
$F, P$ 值	145.745, 0.000	107.928, 0.000
$P_{1-2}$ 值	0.000	0.000
$P_{1-3}$ 值	0.000	0.000
$P_{1-4}$ 值	0.000	0.000
$P_{1-5}$ 值	0.000	0.000

3 讨论

3.1 PVP 与 PKP 的穿刺定位

PVP 和 PKP 技术治疗脊柱压缩性骨折已相对成熟,国内外文献较多使用视觉疼痛模拟评分(visual analogue scale/score, VAS)和 Oswestry 功能障碍评分(Oswestry disability index, ODI)评估 PVP 术后疼痛和功能情况,均获得良好的止痛效果和术后功能<sup>[11]</sup>。PKP 治疗骨质疏松骨折伴脊柱侧凸,脊柱侧凸 Cobb 较术前明显改善<sup>[12]</sup>。在 PVP 和 PKP 手术治疗中,脊柱侧凸患者和普通患者主要区别为,棘突偏离中线,部分患者椎体存在旋转。穿刺前定位的准确性,直接影响穿刺的成功率。李兴等<sup>[13]</sup>报道 C 形臂 X 线引导下手术时间 45 ~ 130 min,CT 引导下手术时间 35 ~ 60 min,手术时间明显缩短。然而,并非所有医院都能在 CT 引导下操作,我们根据棘突调整 C 形臂 X 线机的位置,根据椎体的旋转和倾斜程度调整球管的角度,达到两侧椎弓根与棘突间距相同,终板呈一直线。当侧位片针尖超过椎体后缘约 5 mm 时停止穿刺,取出针芯建立球囊通道;或者置入环钻,逐步钻取骨组织送标本活检。如果穿刺过深,有可能由于前端旋钻空间不足,无法获得足够骨量送病理检查。有计算机导航系统的医院,可术中即时注册,三维扫描并自动传输到导航系统,经

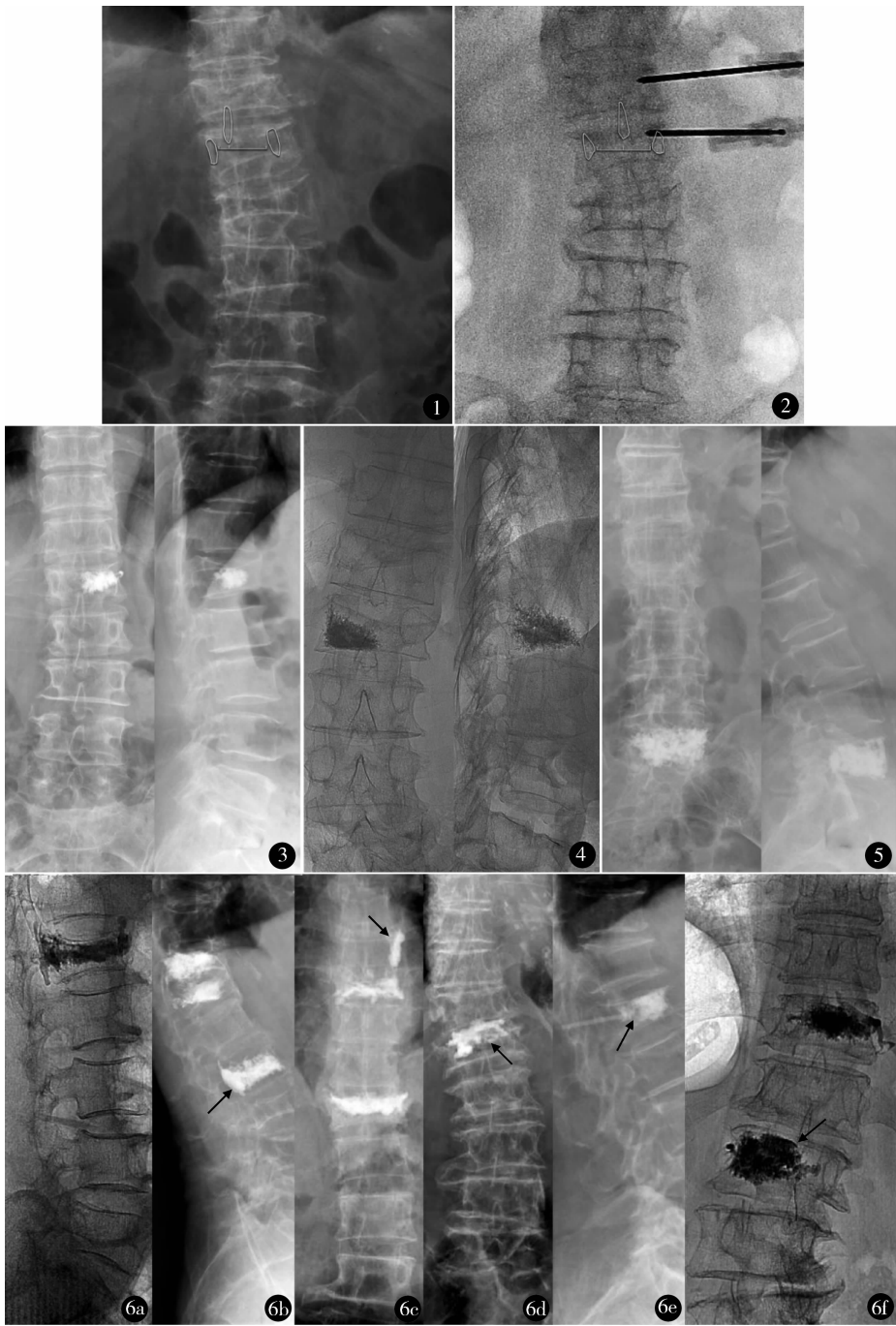


图 1 术前腰椎正位片示脊柱侧凸合并 I 度旋转 图 2 术中 C 形臂 X 线机调整球管角度后腰椎正位片显示脊柱侧凸无旋转 图 3 弥散 1 级(正侧位均  $\leq 1/2$ ) 图 4 弥散 2 级(正侧位其一  $\leq 1/2$ , 另一  $> 1/2$ ) 图 5 弥散 3 级(正侧位均  $> 1/2$ ) 图 6 骨水泥渗漏分型 a. 椎前漏; b. 椎管漏; c. 椎旁漏; d. 椎间漏; e. 针道漏; f. 血管漏

计算机分析,模拟出手术路径,使用专用器械,可以清晰地实时监控手术器械到达部位、角度、深度等虚拟图像,虚拟图像与手术器械的实际位置非常吻合,避免反复穿刺,减少辐射危害<sup>[14]</sup>。

### 3.2 骨水泥渗漏

当骨水泥为“拉丝状”或牙膏状、冰淇淋状时开

始缓缓注入骨水泥,原因:一方面防止骨水泥凝固过硬,流动性不足,影响骨水泥注入和充分弥散,骨水泥注入不足和弥散不良,将直接影响患者术后的止痛效果;另一方面凝固不足呈液态的骨水泥容易发生渗漏。本研究 17 例发生骨水泥渗漏,占 27.9%,均未出现明显的症状和体征。术中根据术

前 CT 或 MRI 判断椎体骨折线方向,尤其有伤椎后壁骨折时要特别小心注入,严防骨水泥渗漏入椎管,引起脊髓神经损伤并发症。如伤椎有终板破裂,不小心操作会形成椎间盘渗漏。本组 1 例针道漏是因为在最后追加骨水泥时,骨水泥聚会过程中过了第 2 期(出丝期),进入第 3 期(成团期)与第 4 期(固定期)之间,致使在工作通道内无法推入椎体,拔出工作通道时旋转又无法从远端折断。双侧穿刺时,有时由于穿刺方向的原因,可能穿刺针一前一后,在注入骨水泥时更要注意椎体前份和后份的骨水泥弥散,没有把握时,建议进行多次脊柱正、侧位 X 线拍片,即时调整推注速度、推注量。同时,可以根据骨折具体情况,有的工作通道前端有斜面,定向推注骨水泥,避免骨水泥向骨折线方向漏,同时在骨折凹陷处推注,抬高复位,改善压缩骨折,防治后期脊柱后凸畸形的发生。骨水泥的渗漏主要与患者骨折类型、术中骨水泥的干稀、术中影像增强设备的清晰度、放射科技师的操作水平、手术医生的临床经验等有一定关系。

### 3.3 脊柱侧凸的改善

老年人脊柱侧凸的原因,有可能是年轻时遗留的结构性侧凸,也有可能是由于脊柱退行性变、骨折引起的侧凸。患者就诊时由于腰背部疼痛症状明显,通常无法配合拍摄腰椎动力位片。术前极有可能在被动体位拍摄 X 线片,那么术后侧凸 Cobb 角改善,有可能和疼痛的显著缓解、体位的改变有关系。瞿杭波等<sup>[12]</sup>研究 PKP 治疗椎体骨质疏松骨折伴脊柱侧凸,PKP 在侧凸的凹侧置入球囊时,一般撑开球囊约 3 ml,在凸侧置入球囊时,一般撑开球囊大小约 2 ml;术后侧凸 Cobb 角较术前明显改善。Abduljabbar 等<sup>[15]</sup>报道骨水泥注射的最大容积出现在使用高黏度骨水泥 PVP 注射时。随着病程发展,术后 Cobb 角度有减小趋势,可能与术后活动度增加、腰背肌增强有关;椎体高度有逐渐丢失的倾向,可能与骨质疏松以及椎体、骨水泥硬度差有关。

随着老年社会的来临,越来越多合并脊柱侧凸的脊柱压缩性骨折患者,将会接受 PVP 和 PKP。期待依靠 PVP 和 PKP 完成脊柱侧凸的矫形显然是不现实的。但如果可以在一次微创手术中,尽可能多的矫正脊柱侧凸,恢复脊柱生理曲度,增强稳定性,可以减少临近椎体退变和骨折的发生。本研究证实 PVP 和 PKP 可显著改善合并脊柱侧凸的脊柱压缩

性骨折患者的脊柱畸形,恢复椎体高度。依照患者畸形情况,个性化订制穿刺计划,可减少手术时间,改善侧凸畸形,防止骨水泥的渗漏,提高疗效。本组病例数尚少,随访时间不够长,有待大样本、多中心、长期研究的开展。

### 参考文献

- 1 杨丰建,林伟龙,朱 炯,等.经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折.中国脊柱脊髓杂志,2011,21(1):50-54.
- 2 Nash CL Jr, Moe JH. A study of vertebral rotation. J Bone Joint Surg Am,1969,51(2):223-229.
- 3 张智海,刘忠厚,李 娜,等.中国人骨质疏松症诊断标准专家共识(第三稿·2014 版).中国骨质疏松杂志,2014,20(9):1007-1010.
- 4 郑召民,李佛保.如何选择经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术?中国脊柱脊髓杂志,2007,17(5):327-329.
- 5 章 波,杨 波,尹 飏,等.经皮穿刺椎体成形术治疗 90 岁以上老人骨质疏松性椎体压缩性骨折.中国微创外科杂志,2014,14(5):445-449.
- 6 杨 波,谢景开,尹 飏,等.经皮椎体成形术治疗老年多节段骨质疏松性椎体压缩性骨折.中国矫形外科杂志,2012,20(24):2212-2216.
- 7 黎双庆,杨 波,杨逸禧,等.经皮穿刺椎体成形术治疗骨质疏松性严重椎体压缩性骨折.中国微创外科杂志,2015,15(9):818-821.
- 8 杨富国,杨 波,尹 飏,等.椎体成形结合抗骨质疏松治疗减少在骨折发生率.中国组织工程,2016,20:107-111.
- 9 赵玉波,张庆明.椎体成形术中骨水泥弥散分布等级的量效关系.中国骨与关节损伤杂志,2015,30(1):63-65.
- 10 徐 毅,刘英杰,董 彦.经皮椎体成形术并发骨水泥外溢的分型及防治.医学争鸣,2006,27(2):155-157.
- 11 Filippidis DK, Papagelopoulos P, Kitsou M, et al. Percutaneous vertebroplasty in adult degenerative scoliosis for spine support: study for pain evaluation and mobility improvement. Biomed Res Int, 2013, 2013(1):1-7.
- 12 瞿杭波,童培建,季卫锋,等.经皮椎体后凸成形术治疗椎体骨质疏松骨折伴脊柱侧凸的研究.中国骨伤,2016,29(1):38-40.
- 13 李 兴,邓思然,罗雨桥,等.经 CT、C 臂引导下 PVP 治疗老年胸腰椎压缩性骨折的经验.岭南现代临床外科,2015,15(5):583-586.
- 14 王志刚,夏太宝,薛双桃,等.导航引导下椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折.安徽医药,2015,19(2):350-351.
- 15 Abduljabbar FH, Al-Jurayyan A, Alqahtani S, et al. Does balloon kyphoplasty deliver more cement safely into osteoporotic vertebrae with compression fractures compared with vertebroplasty? A study in vertebral analogues. Global Spine J,2015,5(4):300-307.

(收稿日期:2016-06-30)

(修回日期:2017-08-08)

(责任编辑:李贺琼)