

• 临床研究 •

平乐正骨手法结合弯角椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的回顾性研究

刘永辉^{1※} 赵烨^{1※} 王向阳¹ 程卫东² 朱文潇² 崔宏勋^{2△}

[摘要] **目的:**通过比较平乐正骨手法联合弯角椎体成形术(PCVP)、单纯 PCVP 以及单侧椎体成形术(PVP)治疗骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCFs)的临床疗效,探讨平乐正骨手法联合 PCVP 的优点。**方法:**将 2018 年 1 月至 2019 年 6 月采用椎体成形术治疗的 64 例 OVCFs 患者纳入本次回顾性队列研究,按手术方式分为手法联合 PCVP 组(21 例)、单纯 PCVP 组(20 例)及单侧 PVP 组(23 例),采集各组患者的骨水泥注入量及其分布情况、骨水泥渗漏率以及术前与术后 1 d 的 VAS 评分和椎体前缘高度等数据资料并进行统计学比较。**结果:**手法联合 PCVP 组手术时间(47.90 ± 5.19)min,长于单纯 PCVP 组(37.50 ± 4.04)min 及单侧 PVP 组(38.95 ± 3.36)min,差异有统计学意义($F=36.885, P<0.01$),其余两组之间未见明显差异($P>0.05$)。骨水泥注入量及骨水泥理想分布比例比较,手法联合 PCVP 组(4.55 ± 0.75)mL(19/21)与单纯 PCVP 组(4.36 ± 0.75)mL(17/20)两组均高或优于单侧 PVP 组(3.60 ± 0.29)mL(11/23),差异有统计学意义($(F=14.322, P<0.01), (F=11.291, P<0.01)$)。椎体前缘高度组内比较,各组术后(24.19 ± 1.99)mm, (20.20 ± 3.03)mm, (20.78 ± 4.02)mm)较术前(18.09 ± 2.52)mm, (19.10 ± 3.12)mm, (19.04 ± 4.22)mm)均有改善($(t=10.719, P<0.01), (t=6.866, P<0.01), (t=8.654, P<0.01)$)。组间对比:术后手法联合 PCVP 组高于其余两组且差异有统计学意义($F=8.525, P<0.01$)。VAS 评分组内比较,术后 1 d 各组评分(2.76 ± 1.17), (2.55 ± 1.05), (2.56 ± 1.07)较术前(7.61 ± 1.16), (7.45 ± 1.14), (7.43 ± 1.12)明显降低,差异有统计学意义($(t=13.007, P<0.01), (t=13.535, P<0.01), (t=14.823, P<0.01)$)。术后 1 d 各组组间比较差异无统计学意义($F=0.241, P>0.05$)。**结论:**平乐正骨手法联合 PCVP 治疗 OVCFs 在优化骨水泥分布和促进椎体前缘高度恢复方面具有优势,具有较高的临床推广应用价值。

[关键词] 平乐正骨手法;弯角椎体成形术;骨质疏松;椎体压缩骨折

[中图分类号] R683.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2021)01-0024-05

Retrospective Study of Pingle Orthopedic Manipulation Combined with PCVP in Treating OVCFs

LIU Yonghui^{1※} ZHAO Ye^{1※} WANG Xiangyang¹
CHENG Weidong² ZHU Wenxiao² CUI Hongxun^{2△}

¹Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China;

²Luoyang Orthopedic-Traumatological Hospital of Henan Province, Zhengzhou 450046, China.

Abstract Objective: To compare the clinical effects of Pingle orthopedic manipulation combined with percutaneous cornering vertebroplasty (PCVP), PCVP and unilateral percutaneous vertebroplasty (PVP) for the treatment of osteoporotic

vertebral compression fracture (OVCFs), and to explore the advantages of Pingle orthopedic manipulation combined with PCVP. **Methods:** 64 patients with OVCFs treated with vertebroplasty from January 2018 to June 2019 were included in this retrospective cohort study. All patients were divided into manual combined PCVP group (21 cases), PCVP group (20 cases) and unilateral PVP group (23 cases). The amount and distribution of bone cement injection, bone cement leakage rate, VAS score and the height of anterior vertebral body

基金项目:全国中医药创新骨干人才项目([2019]128)

河南省首批中医药拔尖人才项目([2018]25)

河南省中医药科学研究专项课题(2017ZY2030)

¹ 河南中医药大学(郑州, 450046)

² 河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)

※ 同等贡献,并列第一作者

△通信作者 E-mail: chx6542@126.com

were documented and compared. **Results:** The operation time of the combined PCVP group (47.90 ± 5.19) min was longer than that of the simple PCVP (37.50 ± 4.04) min and the unilateral PVP group (38.95 ± 3.36) min. The difference was statistically significant ($F=36.885, P<0.01$). No obvious difference was found between single PCVP and unilateral PVP group ($P>0.05$). Bone cement injection volume and ideal distribution ratio of bone cement showed that manipulation combined with PCVP group ((4.55 ± 0.75) mL (19/21)) and simple PCVP group ((4.36 ± 0.75) mL (17/20)) were higher than the unilateral PVP group ((3.60 ± 0.29) mL (11/23)), and the difference was statistically significant ($(F=14.322, P<0.01), (F=11.291, P<0.01)$). Comparison of the anterior edge height of the vertebral body, the postoperative ((24.19 ± 1.99) mm, (20.20 ± 3.03) mm, (20.78 ± 4.02) mm) compared with the preoperative ((18.09 ± 2.52) mm, (19.10 ± 3.12) mm, (19.04 ± 4.22) mm) were improved ($(t=10.719, P<0.01), (t=6.866, P<0.01), (t=8.654, P<0.01)$). Postoperative manipulation combined with PCVP group is higher than the other two groups and they showed statistical significance difference ($F=8.525, P<0.01$); VAS in each group significantly dropped from ((7.61 ± 1.16) , (7.45 ± 1.14) , (7.43 ± 1.12)) to ((2.76 ± 1.17) , (2.55 ± 1.05) , (2.56 ± 1.07)) ($(t=13.007, P<0.01), (t=13.535, P<0.01), (t=14.823, P<0.01)$). There was no statistically significant difference among three groups ($F=0.241, P>0.05$). **Conclusion:** Pingle orthopedic manipulation combined with PCVP in treating OVCFs has advantages in optimizing the distribution of bone cement and promoting the recovery of the height of the anterior edge of the vertebral body.

Keywords: pingle orthopedic manipulation; percutaneous curved vertebroplasty; osteoporosis; vertebral compression fracture

近年来我国骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCFs)的患病人数不断上升,OVCFs常引起患者腰背部慢性疼痛或伴活动受限、睡眠不足、抑郁等症状,治疗不及时会引发伤椎塌陷、脊髓神经损伤等严重并发症^[1-2]。椎体成形术通过伤椎内填充骨水泥而增强椎体强度及稳定性,预防塌陷,同时骨水泥凝固时所释放的热量会破坏伤椎内局部末梢神经而缓解疼痛,临床上因其疗效确切、操作简便而应用广泛,然而椎体成形术(PVP)的缺陷也逐渐受到临床医生的关注,例如单侧PVP在骨水泥分布形态、椎体高度恢复等方面效果欠佳,而双侧PVP又会增加椎弓根穿刺损伤神经的风险^[3-5]。基于此背景,弯角椎体成形术(PCVP)应运而生,PCVP利用镍钛合金弯角穿刺针回弹特性,能够单侧椎弓根穿刺达到双侧骨水泥弥散的效果,有利于骨水泥的均匀弥散并能降低穿刺带来的神经损伤风险,但其在伤椎的高度恢复方面效力依然有限^[6]。为此,本研究采用平乐正骨手法结合PCVP治疗OVCFs,在优化骨水泥分布的同时又能起到促进椎体前缘高度恢复的效果,临床疗效满意,现报告如下。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

纳入2018年1月至2019年6月本院收治的64例OVCFs患者,其中手法联合PCVP组(21例)、单纯PCVP组(20例)、单侧PVP组(23例)。

1.2 纳入标准

1)患者有腰背部疼痛或伴有活动受限症状、双能X线骨密度检测 T 值 <-1.0 ;2)影像学检查显示该患者为椎体后壁及至少一侧椎弓根完整,无游离骨块,未出现脊髓和神经症状、体征;3)压缩椎体与临床症状、体征一致的新鲜骨折;4)临床资料完整。

1.3 排除标准

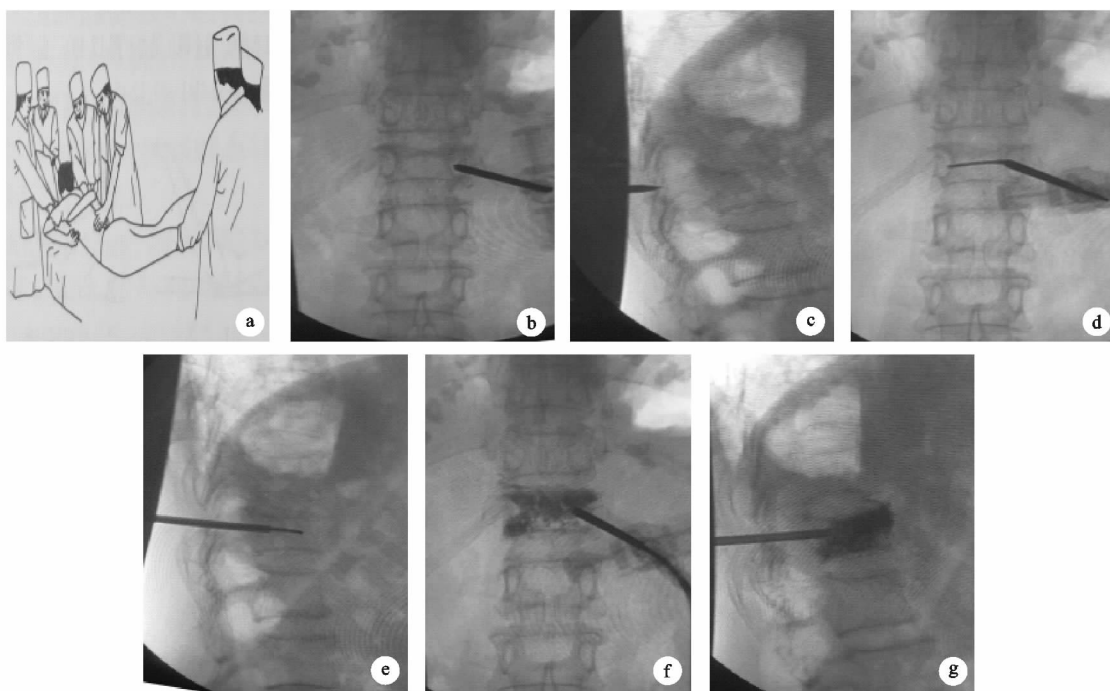
1)身体情况难以俯卧及耐受手术者;2)凝血功能异常难以纠正者;3)全身感染或骨髓炎患者;4)脊柱结核、肿瘤等病理性骨折患者。

1.4 治疗方法

1.4.1 手法联合PCVP组 患者取俯卧位,使用体位垫达到腹部悬空的效果。1%利多卡因给予患者伤椎背侧局部逐层浸润麻醉,患者头侧助手3名,2名助手手握两侧腋窝,1名助手手握胸部固定带,患者足端1名助手手握双侧足踝部,4名助手同时向斜上方持续牵引5~10 min,术者在患者一侧用掌跟或拇指按于伤椎后凸部位缓慢垂直向下逐步按压,深度3~5 cm为宜,G臂透视复位效果满意后结束手法复位,固定带固定患者腋窝和臀部并把手术床调整至V形,巩固复位效果。术区常规碘伏消毒、铺巾并定位椎弓根影,直头穿刺针在G臂机透视下从椎弓根影外上限置入至椎体后1/4处(此时正位上穿刺针针尖应不超过椎体中线)。取出穿刺针针芯,留置套管,经套管置入弯角注入器并使注入器顶端至椎体前中1/3处(此时正位上弯角注入器顶端到达椎体对侧),多次查看确保骨水泥(聚甲基丙烯酸甲酯,PMMA)在拔丝状时,采用“退针法”少量多次灌注,透视下密切关注PMMA弥散状态及分布位置,当其弥散至椎体后缘时停止注射来降低渗漏风险,待骨水泥稍硬化时左右旋转后拔出推杆和套管并无菌敷料包扎伤口。手术过程中若患者有双下肢麻木、疼痛等异常感觉出现,则停止注射。典型病例影像资料见图1。

1.4.2 单纯PCVP组 单纯PCVP组无手法复位步骤,其余步骤参照手法联合PCVP组的具体操作。

1.4.3 单侧PVP组 与手法联合PCVP组相比,单



(a) 平乐正骨手法复位示意图; (b) 正位示穿刺针在椎弓根内未突破椎体中线; (c) 侧位示穿刺针角度和深度; (d) 正位示弯角穿刺针顶端在椎体对侧位置; (e) 侧位示弯角穿刺针顶端至椎体前中1/3处; (f) 正位上骨水泥弥散分布形态; (g) 侧位上骨水泥弥散分布形态

图 1 典型病例影像

侧 PVP 组无手法复位步骤, 穿刺器械为直头器械, 单侧椎弓根穿刺, 其余步骤与单纯 PCVP 组基本一致。

以上手术均由同一手术医师操作完成, 各组术后监测生命体征, 嘱咐患者 6 h 后可佩戴腰围等支具下床活动并给予抗骨质疏松药物对症治疗。

1.5 观察指标

记录各组的手术时间、骨水泥注入量、术前与术后 1 d 的 VAS 评分和 X 线片侧位上的伤椎前缘高度及 X 线片正位上的骨水泥分布形态; 骨水泥分布形态分型参考张大鹏等对椎体增强术后骨水泥分布形态分型法^[7] (将骨水泥分布分为五型, 其中 I 型为理想分布, II 和 III 型为亚理想分布, 此三型均视为骨水泥可接受理想形态分布) 并记录骨水泥理想形态分布的数量。I 型, 大部分骨水泥主要分布在 1, 2, 3, 4 区; II 型, 大部分骨水泥主要分布在 2, 3 区; III 型, 大部分骨水泥主要分布在 1, 4 区。具体分型示意图见图 2。

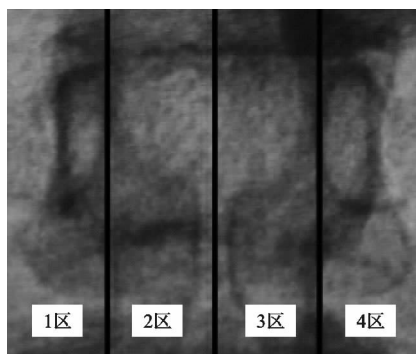


图 2 骨水泥分布分型示意图

1.6 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件进行处理。各组计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 各组患者性别、伤椎分布、骨水泥理想分布椎体比例、骨水泥渗漏率之间的比较采用 χ^2 检验。各组患者之间的年龄、手术时间、骨密度、骨水泥注入量的比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用 LSD- t 法; 各组之间在矢状位伤椎术前术后 1 d 的椎体前缘高度及腰背部术前与术后 1 d 疼痛 VAS 评分比较, 组内比较采用配对样本 t 检验, 各组之间的两两比较采用单因素方差分析。以上统计方法检验水准 $\alpha=0.05, P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

术前各组患者伤椎分布、骨密度等一般资料见表 1。各组手术均由同一手术团队顺利完成, 均未出现骨水泥不良反应、神经功能障碍以及肺栓塞等严重影响患者生活质量的并发症。手法联合 PCVP 组手术时间上长于其余两组且差异有统计学意义 ($P<0.01$), 其余两组之间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。手法联合 PCVP 组与单纯 PCVP 组在骨水泥理想分布比例及骨水泥注入量上均优于或高于单侧 PVP 组且差异有统计学意义 ($P<0.05$)。术后各组的椎体前缘高度较术前均有改善且差异有统计学意义 ($P<0.01$), 手法联合 PCVP 组高于其余两组且差异有统计学意义 ($P<0.01$)。各组在骨水泥渗漏率方面差异无统计学意义 ($P>0.05$)。各组术后 1 d VAS 评分较术前均明显降低且差异有统计学意义 ($P<0.01$), 各组之间差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具体统计数据见表 2-3。

表 1 各组患者一般资料对比(̄x±s)

组别	例数(男/女)	年龄/岁	骨密度 T 值/SD	伤椎分布/例							
				T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
手法联合 PCVP 组	20(3/18)	68.66±6.95	-2.87±0.30	0	3	5	4	3	2	2	2
单纯 PCVP 组	20(5/15)	67.55±7.76	-2.94±0.31	1	3	5	3	2	1	2	3
单侧 PVP 组	23(5/18)	68.39±6.44	-2.98±0.29	2	4	6	5	2	2	1	1
统计检验量	$\chi^2=0.831$	$F=0.139$	$F=0.748$	$\chi^2=5.289$							
P	0.737	0.870	0.478	0.996							

表 2 各组围手术期指标对比(̄x±s)

组别	手术时间/min	骨水泥注入量/mL	骨水泥渗漏率/%	骨水泥理想分布 椎体比例/%
手法联合 PCVP 组	47.90±5.19 ²⁾⁴⁾	4.55±0.75 ²⁾	4.76(1/21)	90.47(19/21) ²⁾
单纯 PCVP 组	37.50±4.04	4.36±0.75 ²⁾	10.00(2/20)	85.00(17/20) ¹⁾
单侧 PVP 组	38.95±3.36	3.60±0.29	26.08(6/23)	47.82(11/23)
统计检验量	F=36.885	F=14.322	χ ² =5.030	χ ² =11.291
P	<0.001	<0.001	0.082	0.003

注:1)与单侧 PVP 组比,P<0.05;2)与单侧 PVP 组比,P<0.01;3)与单纯 PCVP 组比,P<0.05;4)与单纯 PCVP 组比,P<0.01。

表 3 各组椎体前缘高度及疼痛 VAS 评分术前与术后 1 d 对比(̄x±s)

组别	伤椎前缘高度/mm		疼痛 VAS 评分	
	术前	术后 1 d	术前	术后 1 d
手法联合 PCVP 组	18.09±2.52	24.19±1.99 ¹⁾²⁾³⁾	7.61±1.16	2.76±1.17 ¹⁾
单纯 PCVP 组	19.10±3.12	20.20±3.03 ¹⁾	7.45±1.14	2.55±1.05 ¹⁾
单侧 PVP 组	19.04±4.22	20.78±4.02 ¹⁾	7.43±1.12	2.56±1.07 ¹⁾
F	0.580	8.525	0.171	0.241
P	0.563	<0.001	0.843	0.786

注:1)与术前比较,P<0.01;2)与单侧 PVP 组比较,P<0.01;3)与单纯 PCVP 组比较,P<0.01。

3 讨论

椎体成形术作为治疗 OVCFs 应用多年的术式,术后骨水泥的形态分布、椎体前缘高度的恢复及 VAS 疼痛评分等是评价椎体成形术后临床疗效的重要观察指标^[8-9]。

3.1 骨水泥理想分布形态

从生物力学角度分析,骨水泥分布形态对伤椎术后骨水泥应力有着重要的意义,在临床上越来越受到重视。贺双军等^[10]研究发现:骨水泥形态相较于骨水泥与骨小梁之间受力方式呈平台支撑的 H 型,O 型受力方式则呈点状支撑,不利于伤椎内骨水泥的均匀受力,认为 H 型骨水泥分布对均匀分摊骨小梁的压力以及降低伤椎再次塌陷的风险具有重要的临床意义。贺宝荣等^[11]通过建立椎体压缩骨折模型研究发现,骨水泥均匀分布于椎体前 2/3 区域能够更大程度恢复伤椎刚度和强度,获得较好的生物力学效应。张大鹏等^[7]将椎体强化术后骨水泥分布形态分为五型,强调骨水泥连续、均匀分布在椎体中央及双侧椎弓根区域,对重建伤椎与上下椎体之间受力平衡的重要性。有研究发现伤椎长期受力不均不仅会增加相邻椎体及伤椎再次骨折的发生概率,还会造成骨小梁的微动而影响术后止痛效果^[12]。刘昊等^[13]研究发现:与相互分离骨水泥分布形态相比,相互连通的骨水泥形态分布不仅更易恢复脊柱生物力学的稳定性,还能获得更佳的短期

镇痛疗效,进而提高患者生活质量。以上研究提示骨水泥的均匀、连续分布是理想的分布状态,对患者术后的恢复有着深远的意义。笔者通过平乐正骨手法联合 PCVP 治疗 OVCFs,利用 PCVP 镍钛合金材质的回弹特性,发挥 PCVP 单侧椎弓根穿刺实现对侧骨水泥灌注的优势,以及平乐正骨手术前后的复位效能,在骨水泥分布形态的优化和伤椎前缘高度的恢复方面取得满意效果。

3.2 椎体前缘高度的恢复

恢复 OVCFs 伤椎高度常采用 PKP 治疗,临床证实 PKP 在促进伤椎高度恢复方面具有一定的临床效果。然而 PKP 术中取出扩张球囊后会出现伤椎高度的丢失,另外,若过度追求高度复位而扩张球囊,则可能造成上下终板的破损而增加骨水泥渗漏的风险^[14]。平乐正骨手法在“悬吊复位法”及“攀索叠砖法”的基础上历经两百多年发展,形成了完整的平乐正骨手法体系,该手法的主要目的是通过术前背伸牵引来拉伸前纵韧带和椎间盘,为伤椎前缘高度的缓慢复位创造有利条件,另外配合指按或掌按手法作用于伤椎后凸部位来达到伤椎的精准复位。笔者通过临床疗效对比,发现手法联合 PCVP 组在伤椎高度恢复方面优于其他两组,使手法和 PCVP 优势结合起来,提高了临床疗效。平乐正骨手法操作注意事项:1)呈双凹征的伤椎,不建议使用平乐正骨手法复位。2)操作过程要逐

步进行,做到用力均匀、持续发力。3)复位时不能过度追求椎体高度的恢复而破坏椎体的完整性。PCVP 手术操作注意事项:1)PMMA 应在拔丝状时缓慢注入,骨水泥状态若过稀则会由于流动性强而发生渗漏,若过稠则会由于骨水泥流动性差而影响其弥散效果^[15]。2)透视下密切关注是否有骨水泥渗漏。3)透视下每次应以少量多次缓慢注入,并关注患者有无双下肢麻木、疼痛等不适。

3.3 其他观察指标

手法联合 PCVP 组在手术时间方面多于其他两组,与 PCVP 术前行手法复位有关,手法复位时间需要 10 min 左右。骨水泥灌注量方面,PVP 组明显少于其他两组,笔者认为这与 PCVP 单侧穿刺达到双侧骨水泥灌注以及多点灌注的特点密切相关。在此需要强调的是,椎体成形术在关注骨水泥灌注量时应注意骨水泥分布形态,尽可能追求骨水泥的均匀分布。既往研究已经证实,造成骨水泥的渗漏因素包括伤椎骨皮质的破损、骨水泥灌注时压力过大、术者的操作技术不熟练、骨水泥过稀和灌注量过多^[16]等,手法复位后有利于使伤椎前柱区域达到适当的“开合”状态^[17-18],降低骨水泥灌注时的压力,减小骨水泥渗漏的风险。椎体成形术缓解 OVCFs 患者疼痛主要是由于骨水泥与骨小梁结合而带来的局部稳定,以及骨水泥凝固时对周围末梢神经所产生的热损伤,与这两个因素密切相关^[19],这与笔者研究结果中各组术后的 VAS 评分无明显差异相符。

综上所述,平乐正骨手法联合 PCVP 治疗 OVCFs,在优化骨水泥分布及促进椎体前缘高度恢复等方面有较为明显的优势,具有临床推广应用价值。

参考文献

- [1] SILVERMAN S L. The clinical consequences of vertebral compression fracture[J]. *Bone*, 1992, 13(2): S27-S31.
- [2] 段显亮,程维,牛丰,等.经皮球囊扩张椎体后凸成形术结合过伸复位方法治疗骨质疏松性椎体压缩骨折患者的疗效及并发症[J]. *中国老年学杂志*, 2014, 34(18): 5092-5094.
- [3] SUN G, JIN P, LI M, et al. Height restoration and wedge angle correction effects of percutaneous vertebroplasty: association with intraosseous clefts[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(12): 2597-2603.
- [4] CHANDRA R V, YOO A J, HIRSCH J A. Vertebral augmentation: update on safety, efficacy, cost effectiveness and increased survival? [J]. *Pain Physician*, 2013, 16(4): 309-320.
- [5] ZHANG L, LIU Z J, WANG J C, et al. Unipedicular versus bipedicular percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective randomized study[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2015, 16(1): 145.
- [6] 周权发,刘宏建,寇红伟,等.弯角椎体成形装置的早期疗效评估及对骨水泥分布的影响[J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25(10): 892-897.
- [7] 张大鹏,毛克亚,强晓军,等.椎体增强术后骨水泥分布形态分型及其临床意义[J]. *中华创伤杂志*, 2018, 34(2): 130-137.
- [8] ZHANG Y, SHI L, TANG P, et al. Comparison of the efficacy between two micro-operative therapies of old patients with osteoporotic vertebral compression fracture: a network meta-analysis[J]. *Journal of Cellular Biochemistry*, 2017, 118(10): 3205-3212.
- [9] LI Y X, GUO D Q, ZHANG S C, et al. Risk factor analysis for re-collapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP)[J]. *International Orthopaedics*, 2018, 42(1): 1-9.
- [10] 贺大军,吕南宁,刘昊,等.经皮椎体后凸成形术骨水泥分布形态对术后早期疗效的影响[J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(3): 137-143.
- [11] 贺宝荣,许正伟,郝定均,等.骨水泥在骨质疏松性骨折椎体内分布状态与生物力学性能的关系[J]. *中华骨科杂志*, 2012, 32(8): 768-773.
- [12] LEE M J, DUMONSKI M, CAHILL P, et al. Percutaneous treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of complications[J]. *Spine*, 2009, 34(11): 1228-1232.
- [13] 刘昊,连骁,邹俊,等.经皮椎体后凸成形术的骨水泥分布与临床疗效分析[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2017, 10(1): 8-12.
- [14] 吴钊,肖耀广,吴恒,等.中医正骨联合椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的临床研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2018, 26(8): 30-33.
- [15] YI X, LU H, TIAN F, et al. Recompression in new levels after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty compared with conservative treatment[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2014, 134(1): 21-30.
- [16] PARK J H, KIM H S, KIM S W. Cement leakage into adjacent vertebral body following percutaneous vertebroplasty[J]. *Korean J Spine*, 2016, 13(2): 74-76.
- [17] SINGH K, NANDYALA S V, MARQUEZ-LARA A, et al. A perioperative cost analysis comparing single-level minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *The Spine Journal*, 2014, 14(8): 1694-1701.
- [18] SEMBRANO J N, YSON S C, HORAZDOVSKY R D, et al. Radiographic comparison of lateral lumbar interbody fusion versus traditional fusion approaches: analysis of sagittal contour change[J]. *Int J Spine Surg*, 2015, 9: 16.
- [19] YANG E Z, XU J G, HUANG G Z, et al. Percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment in aged patients with acute osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective randomized controlled clinical study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(8): 653-660.