

经单侧椎弓根不同穿刺技术治疗骨质疏松性腰椎压缩骨折临床疗效和骨水泥分布研究

栾舰 李君 厉强 金沧海 郝猛 林勇

DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.12.009 中图分类号: R687.3, R683.2

作者单位: 266000 山东, 青岛市市立医院脊柱外科

通讯作者: 林勇, Email: 335157379@qq.com

【摘要】 目的 探讨经单侧椎弓根行常规穿刺、横突根部穿刺和弯角穿刺椎体成形术 (percutaneous curved vertebroplasty, PCVP) 治疗腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs) 的临床效果和骨水泥分布特点。**方法** 分析自 2017 年 3 月至 2018 年 9 月, 我院行 PCVP 治疗的 88 例腰椎单椎体新发 OVCFs 患者, 按照穿刺方式不同分为常规组 (常规穿刺) 30 例、横突组 (横突根部穿刺) 29 例和弯角组 (弯角穿刺) 29 例。记录手术时间、骨水泥量、术中透视次数以及手术并发症发生情况。分别于术前、术后 48 h、术后 6 个月记录患者疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (oswestry disability index, ODI), 评估患者疼痛缓解和腰椎功能改善情况。根据术后 X 线片分析骨水泥分布及渗漏情况。**结果** 所有患者均顺利完成手术, 无血管损伤、神经损伤、骨水泥栓塞等并发症发生。各组手术时间差异无统计学意义。弯角组骨水泥注入量多于常规组和横突组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。三组术后 48 h VAS 均较术前降低 ($P < 0.05$), 弯角组和横突组与常规组差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 弯角组与横突组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 6 个月三组 VAS 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 常规组和术前、术后 48 h 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。术后 48 h 所有患者 ODI 均较术前降低 ($P < 0.05$), 弯角组和横突组与常规组差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 弯角组与横突组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 6 个月三组 ODI 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但常规组和术前、术后 48 h 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。术后正位 X 线片显示常规组骨水泥主要分布呈偏侧分布、横突组骨水泥主要为近中线分布、弯角组在椎体两侧均匀分布。本组共发生 20 例渗漏, 其中常规组 9 例 (30.0%, 9/30), 横突组 6 例 (20.1%, 6/29), 弯角组 5 例 (17.2%, 5/29)。**结论** 三种穿刺技术均可获得良好的远期手术效果。但横突根部穿刺和弯角穿刺技术近期临床疗效更优, 且弯角穿刺技术可以通过骨水泥推注点的改变获得更均衡的骨水泥分布。

【关键词】 腰椎; 骨质疏松性骨折; 骨折, 压缩性; 椎体成形术

Effects and bone cement distributions of different unilateral transpedicle puncture techniques in the treatment of lumbar osteoporotic vertebral compression fractures LUAN Jian, LI Jun, LI Qiang, JIN Cang-hai, HAO Meng, LIN Yong. Department of Minimally Invasive Spine Surgery, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao, Shandong, 266000, China

Corresponding author: LIN Yong, Email: 335157379@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate effects and bone cement distributions of percutaneous curved vertebroplasty (PCVP) with routine puncture, transverse process root puncture and curved puncture in the treatment of lumbar osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs). **Methods** A total of 88 patients with OVCFs of a single lumbar vertebra, admitted from March 2017 to September 2018, underwent PCVP. All were divided into routine puncture group ($n = 30$), transverse process root puncture group ($n = 29$) and curved puncture group ($n = 29$) according to different puncture methods. Operation time, bone cement volume, intraoperative radiography frequency and complications were recorded. Visual analogue scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI) were recorded before operation, 48 hours after operation, and 6 months after operation to assess the pain relief and lumbar spine functions. Distribution and leakage of bone cement were analyzed on postoperative X-rays images. **Results** All operations were successfully completed without complications such as blood vessel injury, nerve injury or bone cement embolism. There were no significant differences in the operation time among 3 groups. The amount of bone cement injected in the curved group was significantly higher than that in the routine group and transverse process group ($P <$

0.05)。VAS scores of all the three groups 48 h after operation were lower than those before operation ($P < 0.05$), and the routine group was significantly higher than that of the curved group and transverse process group ($P < 0.05$), while no significant differences were observed between the curved group and transverse process group ($P > 0.05$). There were no significant differences in the VAS scores of the three groups 6 months after surgery ($P > 0.05$), but not for the routine group preoperatively and 48h postoperatively ($P < 0.05$). ODI scores of all patients before operation were significantly higher than that 48 hours after operation ($P < 0.05$), and the routine group was significantly higher than that of the curved group and transverse process group ($P < 0.05$), but no significant differences were observed between the curved group and transverse process group ($P > 0.05$). There were no significant differences in the ODI scores of all the three groups 6 months after surgery ($P > 0.05$), but not for the routine group preoperatively and 48h postoperatively ($P < 0.05$). Postoperative X-ray images showed bone cement lateralization in the routine group, centerline distribution in the transverse process group and balanced distribution in the curved group. Twenty cases of leakage occurred among all the patients, including 9 cases in the routine group (30.0%, 9 / 30), 6 cases in the transverse process group (20.1%, 6 / 29), and 5 cases in the curved group (17.2%, 5 / 29). **Conclusions** All three puncture techniques can obtain good long-term surgical results. However, transverse process root puncture and curved puncture achieve better short-term therapeutic effects, while curved puncture can obtain a more balanced distribution by the change of bone cement injection point.

[Key words] Lumbar vertebrae; Osteoporotic fractures; Fractures, compression; Vertebroplasty

自 1987 年 Galibert 等^[1]采用椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗 C₂ 椎体血管瘤取得成功以来, PVP 以其微创、疗效确切等优点被广泛应用于骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs) 的治疗。PVP 骨水泥推注通道的建立目前可分为经椎弓根穿刺和椎弓根外穿刺。椎弓根外穿刺多用于上胸椎和椎弓根狭小等情况, 并不作为 PVP 常规穿刺路径。经椎弓根穿刺可分为单、双侧穿刺并各有其优缺点。双侧穿刺骨水泥分布均匀, 但是存在相对创伤大、手术时间长、推注时骨水泥相互遮挡和放射暴露多的缺点。单侧穿刺创伤小、手术时间短、放射暴露少, 但存在骨水泥常在椎体穿刺侧分布的不足。为了满足单侧穿刺并获得骨水泥良好分布的要求, 横突根部穿刺和弯角穿刺技术逐渐应用于临床。骨水泥分布是影响 PVP 疗效的重要因素, 不同的穿刺技术可以得到椎体内不同的骨水泥分布。理想的 PVP 穿刺方式应该具备难度低、创伤小并能够获得骨水泥分布均匀的特点。2017 年 3 月至 2018 年 9 月, 我院采用弯角穿刺椎体成形术 (percutaneous curved vertebroplasty, PCVP)、经单侧椎弓根常规穿刺和横突根部穿刺技术对 88 例腰椎单椎体新发 OVCFs 患者进行治疗, 对三种技术对比分析, 评估其临床疗效。报告如下。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

1. 纳入标准: (1) 年龄 ≥ 60 岁, 双能 X 线吸收法检测 $T < -2.5$ SD; (2) 影像学证实为单椎体新发压缩骨折且椎体压缩程度 $< 40\%$; (3) 腰背部疼痛严重并同意手术治疗。

2. 排除标准: (1) 全身或局部软组织感染性疾病、椎体肿瘤及椎体骨折不愈合; (2) 椎体压缩程度 $> 40\%$; (3) 椎管内占位或脊柱不稳定需行椎管减压内固定治疗; (4) 多发椎体压缩骨折, 非 OVCFs, 无痛、陈旧性 OVCFs; (5) 凝血功能障碍者及严重心肺疾病不能耐受手术。

二、一般资料

本组共纳入 88 例, 其中男 16 例, 女 72 例; 年龄 60~93 岁, 平均 (75 ± 3.4) 岁。病程 2~11 天, 平均 (5.0 ± 1.1) 天。所有患者均为单一椎体骨折, 其中 L₁ 49 例、L₂ 17 例、L₃ 9 例、L₄ 8 例、L₅ 5 例。受伤原因: 平地摔伤 66 例, 弯腰搬重物后疼痛 17 例, 余 5 例无明显外伤史, 无高能量损伤患者。所有患者入院后完善腰椎正侧位 X 线片、MRI、CT 以及骨密度检查明确骨折部位和影像学特征。采用随机数字表法将其分为常规组 30 例、横突组 29 例和弯角组 29 例。分别采用常规穿刺、横突根部穿刺和弯角穿刺三种经单侧椎弓根入路进行 PVP 治疗。三组患者性别、年龄、骨密度等一般资料比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性 (表 1)。本研究经医院伦理委员会批准 (2020 临审字第 072 号), 所有患者签署知情同意书。

三、手术方法

所有患者术前透视定位伤椎并体表标记椎弓根

体表投影处。10 ml 利多卡因 (10 g/L) 局部浸润麻醉至椎弓根穿刺处。

1. 常规组：于穿刺椎弓根体表投影约 10 点或 2 点处切开皮肤，以带外套管的穿刺针进行经椎侧椎弓根入路穿刺 (图 1)。正位透视见穿刺针尖位于椎弓根内，侧位越过椎体后壁时拔出穿刺针芯，保留外套管，以骨钻钻至椎体中前 1/3 处。调和骨水泥，待骨水泥至拔丝期注入椎体内，待骨水泥硬化后，拔出套管，消毒包扎。

2. 横突组：于穿刺椎弓根体表投影约 10 点或 2 点旁开 1.0~1.5 cm 处切开皮肤，以带外套管的穿刺针穿刺至椎弓根外缘骨质后沿骨质向上、下移动探查并明确腰椎横突上下缘。自横突上下缘中点向内侧移动穿刺针至被上关节阻挡时即为横突根部 (图 2)。穿刺后透视见穿刺针尖正位达到椎弓根内，侧位超过椎体后缘时加大外展角度继续穿刺。侧位透视见穿刺针超过椎体后缘约 10 mm 时更换骨钻钻入。正位骨钻尖部位于椎体中线，侧位位于椎体中前 1/3 处时完成穿刺。骨水泥注入同常规组。

3. 弯角组：同常规组穿刺至穿刺针尖侧位超过椎体后缘约 2 mm，正位位于椎弓根内时，拔出穿刺针芯安装导向器。将带有骨水泥输送导管的弯角穿刺针芯按照导向器指引方向置入外套管内，于透视监测下穿刺至椎体对侧完成椎体穿刺 (图 3)。拔出弯角穿刺针芯，保留前端带腹侧开口的骨水泥输送导管。调和骨水泥移入骨水泥推注器中，安装连接管 (直角设计) 和骨水泥输送导管。待骨水泥至拔丝期时透视监测下注入骨水泥。分别于穿刺对侧、椎体中部和穿刺侧三处分别推注骨水泥。骨水泥推注完成后拔出骨水泥输送管和外套管，消毒包扎。

术后患者平卧 2 h，观察穿刺点有无血肿及双下肢感觉、运动功能情况，无明显不良反应后可佩戴腰围或支具下床活动。术后 48 h 复查腰椎正侧位 X 线片。术后长期应用钙剂+活性维生素 D₃ 为基础的抗骨质疏松治疗。

四、观察指标

观察并比较三组患者手术时间、骨水泥灌注量、术中透视次数及并发症发生情况。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (oswestry disability index, ODI) 评估术前及术后 48 h、6 个月患者疼痛和腰椎功能变化情况。VAS 评分采用 0~10 分法，0 分表示为无痛，0~3 分表示患者出现轻微疼痛并能耐受，4~6 分表示患者出现中度疼痛并对夜间睡眠产生影响，7~

10 分表示患者出现剧烈疼痛难以耐受且明显伴有夜间睡眠障碍或被动体位。ODI 评分共计 50 分，主要包括患者疼痛强度、日常生活自理能力、睡眠情况与站立、行走、坐位及提物等情况，得分越高表示功能障碍程度越严重。根据术后腰椎正侧位 X 线片观察统计骨水泥在椎体内分布和渗漏情况。

五、统计学处理

采用 SPSS 13.0 软件对数据进行统计学分析，正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，两独立样本的计量资料采用 t 检验；重复测量的计量资料比较采用方差分析，两两比较采用 LSD- t 检验。计数资料以率表示，采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、手术时间、骨水泥注入量和透视次数比较

所有患者均顺利完成手术，手术过程中无神经、血管损伤、无骨水泥栓塞等并发症发生。手术时间三组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。骨水泥注入量：弯角组显著多于常规组和横突组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，常规组和横突组差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术中透视次数三组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$) (表 2)。所有患者均获得随访，随访时间 7~13 个月，平均 (10.0±1.8) 个月。

二、VAS 和 ODI 比较

所有患者术后疼痛症状较术前缓解，VAS 较术前均降低，手术前后比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。术后 48 h VAS 横突组、弯角组明显低于常规组，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，横突组与弯角间

表 1 三组一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data among the 3 groups

组别	例数	性别 (男/女, 例)	年龄 (岁)	骨密度 (SD)
常规组	30	6/24	72.0±8.2	-3.2±0.5
横突组	29	4/25	74.6±5.8	-3.3±0.5
弯角组	29	6/23	73.0±7.6	-3.2±0.4

注：三组性别、年龄、骨密度比较差异无统计学意义

Notice: There were no significant differences in gender, age and bone density among the 3 groups

表 2 三组手术时间、骨水泥量和术中透视次数比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of operation time, bone cement volume and intraoperative radiography frequency among the 3 groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	手术时间 (min)	骨水泥量 (ml)	透视次数
常规组	35.5±4.4	3.6±0.4	10.7±2.6
横突组	36.2±4.0	3.8±0.4	11.4±2.7
弯角组	36.6±3.9	5.6±0.5 ^a	11.9±2.5

注：^a与常规组和横突组比较， $P < 0.05$

Notice: ^aCompared with the routine group and transverse process group, $P < 0.05$

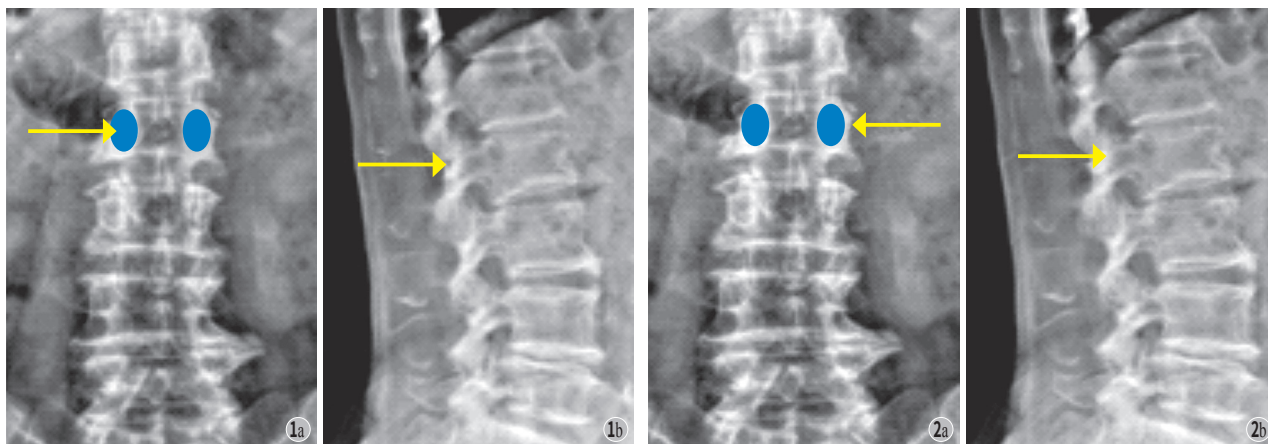


图 1 常规组穿刺针穿刺位置

图 2 横突组穿刺针穿刺位置

Fig.1 Puncture position of the routine group

Fig.2 Puncture position of the transverse process group

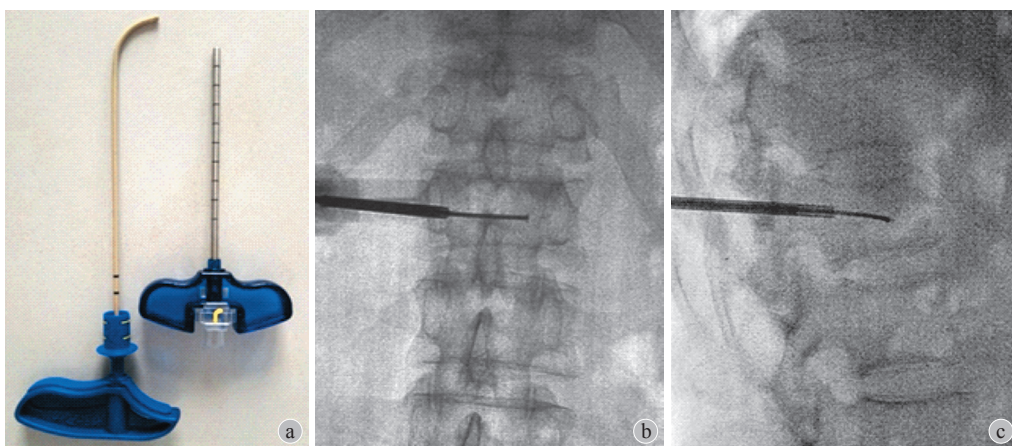


图 3 弯角穿刺针和穿刺完成后弯角穿刺针位置

Fig.3 Puncture position of the curved group

表 3 三组手术前后 VAS、ODI 比较 ($\bar{x} \pm s$)Tab.3 Comparison of VAS and ODI among the 3 groups before and after operation ($\bar{x} \pm s$)

组别	VAS 评分			ODI 评分		
	术前	术后 48 h	术后 6 个月	术前	术后 48 h	术后 6 个月
常规组	7.4±1.0	3.5±1.3 ^a	2.4±0.9 ^{ab}	40.2±4.7	26.3±5.7 ^a	22.9±4.5 ^{ab}
横突组	7.5±1.2	2.5±1.0 ^{ac}	2.0±0.8 ^a	39.4±5.3	22.1±5.0 ^{ac}	21.8±4.7 ^a
弯角组	7.6±1.2	2.5±1.1 ^{ac}	1.9±0.8 ^a	39.4±4.7	21.5±4.1 ^{ac}	21.1±3.7 ^a

注：^a与术前比较，差异有统计学意义；^b与术后 48 h 比较，差异有统计学意义；^c与常规组术后 48 h 比较，差异有统计学意义

Notice: ^aCompared with preoperative data, differences were statistically significant; ^bCompared with the data 48 h after operation, differences were statistically significant;

^cCompared with the routine group 48 h after operation, differences were statistically significant

差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 6 个月时常规组 VAS 继续降低，与术后 48 h 比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)，但常规组、横突组和弯角组 VAS 组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。三组患者 ODI 均较术前降低，手术前后比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。术后 48 h 横突组、弯角组明显低于常规组，差异有统计学意义 ($P<0.05$)，横突组与弯角组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 6 个月时常规组 ODI 与术后 48 h 比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)，但

常规组、横突组和弯角组 ODI 组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$) (表 3)。

三、骨水泥分布和渗漏情况比较

参考谢华等^[2]的方法将术后腰椎正位 X 线片椎体平均分为 A、B、C、D 区，将骨水泥分布于 A+B 区或 C+D 区定义为偏侧分布、骨水泥分布 A+B+C 区或 B+C+D 区分布为近中线分布、骨水泥分布于 A+B+C+D 区为均匀分布 (图 4)。常规组骨水泥主要呈偏侧分布，横突组骨水泥主要呈近中线分

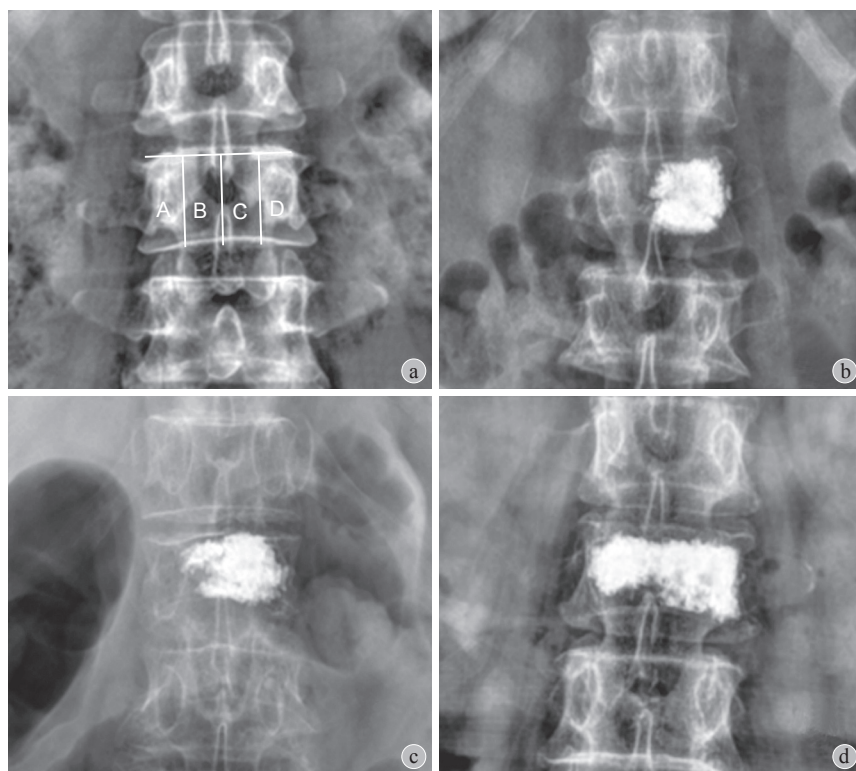


图 4 椎体分区和骨水泥分布示意图
a: 将椎体均匀分为四部分, 分别为 A、B、C、D 区; b: 骨水泥偏侧分布于半侧椎体 A+B 区或 C+D 区; c: 骨水泥近中线分布, 骨水泥超过椎体中线到达 B 区或 C 区; d: 骨水泥均匀分布于椎体两侧 A、B、C、D 区

Fig.4 Vertebrae and bone cement distribution a: The vertebral body was evenly divided into four parts (A, B, C, D); b: Bone cement was distributed laterally in the A+B area or C+D area of the hemivertebra; c: Bone cement was distributed along the midline of the vertebral body and reached B or C area beyond the middle line; d: Bone cement was evenly distributed in the A, B, C, and D area on both sides of the vertebral body

布, 弯角组骨水泥主要呈均匀分布。

术后正侧位 X 线片共发现 20 例骨水泥渗漏, 其中常规组渗漏 9 例 (30.0%, 9/30), 横突组渗漏 6 例 (20.1%, 6/29), 弯角组渗漏 5 例 (17.2%, 5/29)。常规组渗漏率高于横突组和弯角组, 弯角组渗漏率低于横突组 (表 4)。

表 4 三组骨水泥分布和渗漏比较 (例)

Tab.4 Comparison of bone cement distribution and leakage among the 3 groups (case)

组别	骨水泥分布				渗漏部位			
	合计	偏侧	近中线	均匀	合计	椎旁	椎间隙	血管
常规组	30	22	6	2	9	5	2	2
横突组	29	5	21	3	6	5	1	0
弯角组	29	0	2	27	5	3	1	1

讨 论

随着社会老龄化的到来, OVCFs 患者逐年增加。OVCFs 常导致患者严重腰背部疼痛, 非手术治疗为防止椎体继续塌陷, 加重后凸畸形, 要求患者严格卧床, 患者常会出现坠积性肺炎、压疮、深静脉血栓、泌尿系感染等并发症。早期、安全、有效地缓解椎体骨折导致的疼痛可以有效提高患者的生活质量和生存期。Clark 等^[3]与 Wardlaw 等^[4]分别认为 PVP 与球囊扩张椎体后凸成形术 (peractanocs

kypho plasty, PKP) 在治疗急性骨质疏松性骨折疼痛缓解方面明显优于非手术治疗。PKP 较 PVP 在恢复椎体高度、防止骨水泥漏方面优于 PVP, 但手术时间较长, 两者临床疗效相似, 笔者认为, 对于老年患者, 手术耐受度差, 对于椎体高度的恢复无要求的患者, PVP 作为首选。随着该项手术的开展与增多, 骨水泥的分布受到了越来越多的重视, 是椎体强度和生物力学平衡的重要因素, 注入骨水泥的椎体, 其刚度、强度及生物力学平衡发生明显改变, 如果骨水泥分布不均匀, 可导致椎体再骨折, 相邻椎体骨折等并发症^[5]。PVP 早期采用双侧经椎弓根穿刺, 通过两侧通道向椎体内分别推注骨水泥, 可以获得骨水泥在椎体两侧均匀分布, 有利于椎体强度和刚度的均衡恢复, 获得良好的椎体力学稳定性。但是, 双侧穿刺不仅增加了手术创伤、手术时间, 还额外增加了穿刺风险及放射暴露。OVCFs 多为高龄患者, 常伴有高血压病、冠心病、慢阻肺等多种病症, 长时间俯卧位对心肺功能的影响此类患者常难以承受, 手术需要在保证效果的前提下尽早完成。研究认为单侧穿刺也可以获得与双侧穿刺相似的临床效果^[6-9]且单侧穿刺具有创伤小、手术时间短、放射暴露少等优点^[10-12]。因此, 目前部分学者更愿意选择单侧穿刺的手术方式。但是, 由于穿刺角度的限制单侧穿刺常出现骨水泥偏侧分布。

Liebschner 等^[13]通过三维有限元模型分析结果显示,骨水泥在椎体内不对称分布可引起椎体单侧承重而导致脊柱不稳定,在恒定的载荷下可造成穿刺对侧椎体压缩变形,尤其是在患者侧方运动时,可使相邻椎体骨折几率增加。贺宝荣等^[14]通过生物力学研究发现,在加载载荷过程中由于骨水泥在椎体偏侧分布,应力分布不均匀,从而出现椎体向未灌注骨水泥侧倾斜。这提示骨水泥在椎体单侧分布易导致局部应力分布不均,产生不稳。临床研究认为骨水泥分布是影响椎体成形术后临床疗效的主要因素^[15],骨水泥分布过椎体中线的临床疗效较偏于一侧效果好^[2]。骨水泥偏侧分布也是强化椎体术后塌陷的重要原因^[16-17]。本研究中常规穿刺组骨水泥主要分布于穿刺半侧椎体,分析原因可能是推注通道位于穿刺侧椎体内,骨水泥推注过程中骨水泥首先在通道顶点处(最接近椎体中线)推注,此时骨水泥向推注点周围阻力小的方向弥散(包括椎体中线甚至达到椎体对侧)。随着骨水泥的注入,推注点周围阻力增加以及推注点的后移(远离椎体中线)使骨水泥难以弥散至椎体中线或椎体对侧,此时骨水泥均位于穿刺侧椎体。故常规穿刺组骨水泥仅少部分呈近中线分布或均匀分布,主要分布方式为穿刺侧偏侧分布。患者术后 48 h VAS 和 ODI 评分较术前降低但显著高于横突组和弯角组,这与骨水泥偏侧分布仅增加了穿刺侧椎体稳定性和强度,但穿刺对侧局部仍存在骨折微动有关。

常规穿刺技术加大穿刺针的外展角度也可以获得骨水泥在椎体中心分布,但是增加了穿刺针穿透椎弓根内壁造成神经根、脊髓损伤的风险^[18]。将穿刺点外移至横突根部上关节突外缘的穿刺技术可以获得更大的穿刺外展角度,穿刺针可以更安全达到椎体中线从而获得骨水泥在椎体中心分布的结果^[19]。王新虎等^[20]分析认为与双侧经椎弓根穿刺技术相比,横突根部穿刺不仅具有手术时间短、放射暴露少、并发症少的优点,还可以避免经椎弓根穿刺技术存在的关节突关节损伤。Harste^[21]研究发现单侧横突根部穿刺入路与双侧椎弓根入路行经皮穿刺椎体后凸成形术治疗 OVCFs 均可以改善患者运动功能和减轻疼痛,可安全增加椎体高度,且单侧横突根部入路具有手术时间短的优点。本组研究发现横突根部穿刺组骨水泥主要为近中线分布并非中心性分布,这与骨水泥推注部位有关。横突根部穿刺骨水泥推注部位位于骨钻顶点(椎体中线处)至横突根部穿刺点的直行线路,骨水泥只能在此直行线路

上单点或者多点推注。在推注过程中骨水泥首先在线路顶点(椎体中线处)推注,此时骨水泥在椎体中线处向周围弥散,部分骨水泥可以弥散至对侧,随着推注部位后移骨水泥仅能在椎体穿刺侧弥散。

为了单侧穿刺获得椎体两侧骨水泥均匀分布,有学者进行了非直行穿刺技术的探索。Zhong 等^[22]对 20 例小牛骨质疏松椎体进行了弹性弧形骨钻的研究,结果显示弹性弧形骨钻可以改变椎体内骨通道的方向,注入的骨水泥可以沿弧形骨道向椎体中线弥散,取得一侧椎弓根穿刺骨水泥椎体两侧都分布的结果。朱迪等^[23]应用弧形探针在椎体内制作弧形骨通道后注入骨水泥治疗 48 例 OVCFs 患者后,认为该方法在注射过程容易控制骨水泥分布并减少骨水泥渗漏的发生。随着弯角穿刺技术的成熟并应用于临床,研究发现 PCVP 技术具有手术时间短、放射暴露少、骨水泥渗漏少和骨水泥分布均匀等优点^[24-26]。本研究中弯角组以常规经椎弓根穿刺方法进行单侧穿刺(不需要加大外倾角度)。在直行穿刺针芯正位时位于椎弓根内,侧位达到椎体后缘前 2 mm 时移除直行穿刺针芯,改用镍钛合金制成的弯角穿刺针芯继续穿刺。弯角穿刺针芯在经过外套管时呈伸直状态,穿出外套管后逐渐恢复其原始弧度,呈弧形分布于椎体中前部。穿刺完成后撤出弯角针芯保留前端带腹侧开口的骨水泥输送管。术中根据影像学监测骨水泥弥散情况可逐步后撤骨水泥输送管,骨水泥可在弧形路线上多点注入(本组选择穿刺对侧、椎体中线和穿刺侧三点注射)。术后 X 线片显示弯角组骨水泥主要为椎体两侧均匀分布模式。常规穿刺和横突根部穿刺组骨水泥弥散是在直行穿刺通路上的单点或点点弥散。穿刺对侧椎体也分布部分骨水泥是骨水泥向低阻力部位弥散的结果。与此不同,弯角组骨水泥推注点是椎体前部的弧形线路,推注时骨水泥首先在穿刺对侧椎体(弧形线路顶点)分布,随着推注点的后移骨水泥可以在椎体中线和穿刺侧分布。弯角组骨水泥在椎体对侧分布并不是骨水泥弥散的结果,而是通过骨水泥推注点的改变来实现。

骨水泥渗漏是 PVP 最常见的并发症,虽然大多数骨水泥渗漏并不引起临床症状,但也有造成脊髓压迫、肺栓塞甚至心脏穿孔等严重并发症的报道^[27-30]。骨水泥渗漏不仅与椎体骨折严重程度、椎体真空征、骨水泥黏性、骨水泥推注时机有关,骨水泥用量、骨水泥推注方式(单/双侧)以及术者经验也是引起骨水泥渗漏的重要影响因素^[31-32]。本研

究中常规组渗漏率最高, 考虑为骨水泥推注位置为穿刺侧半侧椎体, 骨水泥可弥散空间较小, 骨水泥推注点最接近骨折椎体周围骨质, 推注骨水泥时骨水泥向阻力最小的方向弥散, 从破裂的骨壁渗漏。横突组骨水泥推注位置较常规组更接近椎体中心, 推注点至破裂骨壁距离较远, 故渗漏较常规组低。弯角组骨水泥推注方式为椎体中前 1 / 3 弧形通路上的多点推注, 骨水泥弥散空间为穿刺两侧全部椎体, 各推注点推注时仅需推注少量骨水泥。推注时当骨水泥接近周围骨质后即更换推注点, 故弯角组骨水泥注入量最多但渗漏率最低。

影响骨质疏松性腰椎压缩骨折术后疗效的原因众多, 包括生物力学 (术后生物力学改变)、体重指数 (BMI)、抗骨质疏松药物的应用、术后椎体后凸程度, 本研究尚未排除上述因素干扰, 尤其缺乏术后生物力学数据支持, 这是本研究的不足, 然而本研究显示单侧椎弓根入路 PVP 是一种治疗 OVCFs 的有效方法, 横突根部穿刺和弯角穿刺技术可以获得比常规穿刺技术更好的近期临床疗效。在不增加手术难度、手术时间和放射暴露的情况下, 弯角穿刺技术通过骨水泥推注点的改变可以获得更均衡的骨水泥分布且骨水泥渗漏率低, 具有较好的临床应用价值。

参考文献

- [1] Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie acrylique percutanée [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty][J]. Neurochirurgie, 1987, 33(2):166-168.
- [2] 谢华, 李继春, 何劲, 等. 骨水泥分布对椎体成形手术后疗效影响的研究[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(22):1400-1406. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.22.004.
- [3] 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[J]. Lancet, 2016, 388(10052):1408-1416. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31341-1.
- [4] Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): a randomised controlled trial[J]. Lancet, 2009, 373(9668):1016-1024. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60010-6.
- [5] Ma X, Xing D, Ma J, et al. Risk factors for new vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty: qualitative evidence synthesized from a systematic review[J]. Spine, 2013, 38(12):E713-722. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31828cf15b.
- [6] Knavel EM, Rad AE, Thielen KR, et al. Clinical outcomes with hemivertebral filling during percutaneous vertebroplasty[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30(3):496-499. DOI: 10.3174/ajnr.A1416. Epub 2009 Jan 15.
- [7] 江永发, 郑召民, 尚平, 等. 单侧入路椎体强化术治疗单节段骨质疏松性压缩性骨折 2 年随访[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2014, (4):28-31. DOI: CNKI:SUN:SWGK.0.2014-04-010.
- [8] 高骏. 经皮椎体后凸成形术单侧与双侧椎弓根入路治疗骨质疏松性椎体压缩骨折效果比较[J]. 中国医药导报, 2015, 12(2):42-45. DOI: CNKI:SUN:YYCY.0.2015-02-012.
- [9] Yang S, Chen C, Wang H, et al. A systematic review of unilateral versus bilateral percutaneous vertebroplasty / percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2017, 51(4):290-297. DOI: 10.1016/j.aott.2017.05.006.
- [10] Chen W, Xie W, Xiao Z, et al. Incidence of cement leakage between unilateral and bilateral percutaneous vertebral augmentation for osteoporotic vertebral compression fractures: a Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. World Neurosurg, 2019, 122:342-348. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.10.143.
- [11] Chen YC, Zhang L, Li EN, et al. Unilateral versus bilateral percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures in elderly patients: A Meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(8):e14317. DOI: 10.1097/MD.00000000000014317.
- [12] Sun H, Li C. Comparison of unilateral and bilateral percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2016, 11(1):156. DOI: 10.1186/s13018-016-0479-6.
- [13] Liebschner MA, Rosenberg WS, et al. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty[J]. Spine, 2001, 26(14):1547-1554. DOI: 10.1097/00007632-200107150-00009.
- [14] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2012.08.011.
- [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, 24(2):144-149. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.02.09.
- [16] 吴钊铨, 陈荣彬, 李勇, 等. 骨水泥弥散类型与椎体强化术后再发椎体塌陷的相关性分析[J]. 中国医药导报, 2018, 15(27):62-65. DOI: CNKI:SUN:YYCY.0.2018-27-016.
- [17] 唐永超, 李永贤, 张顺聪, 等. 骨水泥椎体强化术后椎体再塌

- 陷的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(11):985-990. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.11.05.
- [18] Wang W, Duan K, Ma M, et al. Can an unipedicular approach replace bipedicular percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]? J Back Musculoskelet Rehabil, 2019, 39(26 Spec No.):B19-26. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000493.
- [19] 冯杰, 戴维享, 王栋, 等. 单侧椎弓根旁入路与双侧椎弓根入路行椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的效果比较[J]. 中国医药导报, 2013, 10(34):60-64. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7717.2006.10.050
- [20] 王新虎, 张军, 刘夏君, 等. 弹性弧形骨钻对小牛椎体骨质疏松模型 PVP 术中骨水泥分布的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, 20(9):1062-1065. DOI: CNKI:SUN:ZGZS.0.2014-09-007.
- [21] Harste U. Modified vertebroplasty using a curved probe: technique and preliminary results[J]. Minim Invasive Neurosurg, 2008, 51(3):187-91. DOI: 10.1055/s-2008-1073134.
- [22] Zhong R, Liu J, Wang R, et al. Unilateral curved versus bipedicular vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. BMC Surg, 2019, 19(1):193. DOI: 10.1186/s12893-019-0653-y.
- [23] 朱迪, 尚春风, 刘宏建, 等. 弯角穿刺针椎体成形术治疗胸、腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(12):737-746. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2019.12.003
- [24] 钟睿, 姜威, 熊森, 等. 单侧弯角与直行入路椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效的对照研究[J]. 中华创伤杂志, 2018, 34(2):102-108. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2018.02.003
- [25] Sidhu GS, Kepler CK, Savage KE, et al. Neurological deficit due to cement extravasation following a vertebral augmentation procedure[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(1):61-70. DOI: 10.3171/2013.4.SPINE12978.
- [26] Tourtier JP, Cottez S. Images in clinical medicine. Pulmonary cement embolism after vertebroplasty[J]. N Engl J Med, 2012, 366(3):258. DOI: 10.1056/NEJMc1010341.
- [27] Swojanowsky P, Brinkmeier-Theofanopoulou M, Schmitt C, et al. A rare cause of pericardial effusion due to intracardiac cement embolism[J]. Eur Heart J, 2018, 39(32):3001. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy208.
- [28] Moon MH, Jo KH, Kim HW. Cardiac perforation caused by bone cement embolism[J]. Arch Cardiovasc Dis, 2013, 106(6-7):413-414. DOI: 10.1016/j.acvd.2011.11.010.
- [29] Sun HB. The optimal volume fraction in percutaneous vertebroplasty evaluated by pain relief, cement dispersion, and cement leakage: a prospective cohort study of 130 patients with painful osteoporotic vertebral compression fracture in the thoracolumbar vertebra[J]. World Neurosurg, 2018, 114:e677-688. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.050.
- [30] Zhan Y, Jiang J, Liao H, et al. Risk factors for cement leakage after vertebroplasty or kyphoplasty: a Meta-analysis of published evidence[J]. World Neurosurg, 2017, 101:633-642. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.01.124.
- [31] Ding J, Zhang Q, Zhu J, et al. Risk factors for predicting cement leakage following percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Eur Spine J, 2016, 25(11):3411-3417. DOI: 10.1007/s00586-015-3923-0.
- [32] Zhu SY, Zhong ZM, Wu Q, et al. Risk factors for bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty: a retrospective study of four hundred and eighty five patients[J]. Int Orthop, 2016, 40(6):1205-1210. DOI: 10.1007/s00264-015-3102-2.

(收稿日期: 2020-06-28)

(本文编辑: 王萌)

· 作者须知 Instruction for authors ·

关于投稿提供伦理委员会批准文件及受试对象知情同意书的通知

本刊要求, 当论文的主体是以人为研究对象的试验时, 作者应该说明其遵循的程序是否符合负责人体试验的委员会 (单位性的、地区性的或国家性的) 所制订的伦理

学标准, 并提供该委员会的批准文件及受试对象的知情同意书。