

数字减影血管造影引导下单侧穿刺椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折

谭兵, 范斌, 杨启远, 冯敬, 雷超, 冯伟, 罗潇, 李英博

(绵阳市第三人民医院 四川省精神卫生中心脊柱外科, 四川 绵阳 621000)

【摘要】 目的:探讨数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)引导下单侧椎弓根外途径精准穿刺经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)或经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)治疗骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)的实施方法与疗效。**方法:**回顾性分析 2015 年 8 月至 2018 年 12 月收治的骨质疏松性压缩骨折 68 例,男 20 例,女 48 例,年龄为 56~90(73.5±8.0)岁,双节段 40 例,3 节段 28 例,共 168 个椎体,均采用 DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 或 PKP。椎体分布:T₁-T₆ 29 椎,T₆-T₁₂ 89 椎,L₁-L₅ 50 椎。术中观察穿刺针针尖达到椎体中线的比率,术后记录骨水泥向椎体外渗漏率,测量骨折椎体前缘和椎体中间高度,术前、术后 3 d 及末次随访时采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和 Oswestry 指数(Oswestry Disability Index, ODI)分别对疼痛和腰椎功能进行评定。**结果:**68 例椎体骨折均穿刺成功,术中透视穿刺针尖均达到椎体中线,骨水泥在椎体内弥散良好,左右对称分布。手术时间为 35~60(41.6±3.2) min,无穿刺并发症。骨水泥每椎注射量 3~5(3.6±0.5) ml。骨水泥渗漏 8 例,渗漏率 11.76%。68 例患者随访时间 12~27(14.3±3.5)个月。术后 3 d 及末次随访时的 VAS 评分、ODI 指数明显改善(P<0.05)。术后 3 d 及末次随访时的椎体前缘高度和椎体中间高度明显恢复(P<0.05)。**结论:**DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 或 PKP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折,能够有效缓解疼痛,恢复椎体高度和脊柱功能,是一种安全、快速、有效的手术方法。

【关键词】 血管造影术,数字减影; 骨质疏松性骨折; 椎体成形术; 椎体后凸成形术
中图分类号:R683.2

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2021.08.005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Unilateral vertebroplasty and kyphoplasty by digital subtraction angiography for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures TAN Bing, FAN Bin, YANG Qi-yuan, FENG Jing, LEI Chao, FENG Wei, LUO Xiao, and LI Ying-bo. Department of Spinal Surgery, the Third People's Hospital of Mianyang City, Sichuan Mental Health Center, Mianyang 621000, Sichuan, China

ABSTRACT Objective: To explore the methods and efficacy of unilateral extra-pedicle precision puncture percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP) by digital subtraction angiography (DSA) for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs). **Methods:** The clinical data of 68 patients with osteoporotic vertebral compression fractures treated from August 2015 to December 2018 were retrospectively analyzed. There were 20 males and 48 females, aged 56 to 90 (73.5±8.0) years, 40 cases of double segments, 28 cases of three segments, a total of 168 vertebrae. All the patients were performed PVP or PKP through unilateral extra-pedicle precision puncture under the guidance of DSA. The vertebrae were distributed in T₁-T₆ (29 vertebrae), T₆-T₁₂ (89 vertebrae), and L₁-L₅ (50 vertebrae). Whether the puncture needle tip reached the midline of vertebral body was observed during operation, the leakage rate of bone cement was recorded after operation. The height of anterior edge and middle of the fractured vertebral body were measured after operation. Visual analogue scale (VAS) and the Oswestry Disability Index (ODI) were used to assess pain and lumbar function before operation, 3 days after operation and final follow-up time. **Results:** All the punctures were successful in 68 patients. All the puncture needles reached the midline of vertebral body, and the bone cement was well dispersed in the vertebral body with symmetrical distribution. The operation time was 35 to 60 (41.6±3.2) minutes, and there was no puncture complications. The injection volume of bone cement was 3 to 5 (3.6±0.5) ml in each vertebra. There were 8 cases of bone cement leakage, with a leakage rate of 11.76%. All 68 patients were followed up from 12 to 27 (14.3±3.5) months in the study. VAS score and ODI at 3 days after surgery and at final follow-up time were significantly improved (P<0.05). The height of the anterior edge and the middle of vertebral body at 3 days after operation and at final were significantly recovered (P<0.05). **Conclusion:** PVP or PKP under the

通讯作者:谭兵 E-mail:tanbinghm@sina.com

Corresponding author: TAN Bing E-mail: tanbinghm@sina.com

guidance of DSA via a unilateral extrapedicular approach with precision puncture can effectively relieve pain, restore vertebral body height and spinal function, which is a safe, fast and effective method in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures.

KEYWORDS Angiography, digital subtraction; Osteoporotic fractures; Vertebroplasty; Kyphoplasty

随着老龄化社会的来临,老年人口明显增多,骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)发病人数不断增多,其在 50 岁以上人群的发病率为 30%~50%^[1]。目前经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)是治疗 OVCFs 的金标准,具有微创、止痛效果好、恢复快、术后可早期进行功能锻炼、并发症少等优点^[2-4]。陈书连等^[5]报道经椎弓根外单侧途径 PVP 或 PKP 治疗胸椎 OVCFs 可取得良好的疗效,对于 L₁-L₃ 椎体椎弓根较细的患者也可用椎弓根外途径行 PVP 或 PKP 手术治疗。汪曾荣等^[6]研究报道数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)行 PKP 或 PVP 术操作相对简便,穿刺准确率高,是一种治疗老年 OVCFs 安全、高效的新方法。随着社会高龄老人数目增加,胸腰椎两节段以上骨折逐年增多,但目前关于胸腰椎 OVCFs 的 PVP 或 PKP 手术治疗多是对单节段 OVCFs 的研究,对于 2 个椎体以上的 OVCFs 手术治疗研究极少^[5-9]。目前对于 2 个椎体以上 OVCFs 行 PVP 或 PKP 治疗时如何减少手术时间、提高穿刺准确率、获得骨水泥良好椎体内分布、减少手术并发症和提高术后疗效的方法,国内外文献鲜有研究报告。我院脊柱外科 2015 年 8 月至 2018 年 12 月,采用 DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 或 PKP 术治疗两节段以上胸腰椎 OVCFs,效果满意,总结如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:术前测椎体平均骨密度 T 值 ≤ -2.5 SD; 无 PVP 或 PKP 手术史;单侧椎弓根外途径注入骨水泥。排除标准:椎体转移性肿瘤,原发性肿瘤,结核等感染性疾病引起的病理性骨折;骨折块压迫脊髓或神经根,致神经功能障碍;既往有 PVP 或 PKP 手术史。

1.2 一般资料

本组 68 例,均行 DSA(西门子血管造影 X 射线机)引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 或 PKP 术。男 20 例,女 48 例;年龄 56~90(73.5 \pm 8.0)岁;双节段 40 例,3 节段 28 例,共 168 个椎体;随访时间为 12~27(14.3 \pm 3.5)个月;T₁-T₆ 29 椎,T₆-T₁₂ 89 椎,L₁-L₅ 50 椎。原发性骨质疏松性压缩性骨折 57 例;继发性骨质疏松椎体骨折 11 例,合并 Kümmell 病 5 例。根据骨折时间、椎体高度丧失程度

及椎体内是否有硬化带形成等因素选择行 PVP 60 椎,PKP 108 椎。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方法 所有患者选用局部麻醉,在 DSA 引导下进行手术,患者俯卧于 DSA 透视床垫上,腰部放置放射线测量仪(上海遂欧仪器有限公司)记录射线暴露量(由第 1 次穿刺开始至拔除套管透视后结束),放置特殊网状标记物于患者背部皮肤上,根据术前 CT 测量及术中 DSA 透视标记手术切口位置,常规消毒铺巾,再次以 5 ml 空针针头定位责任椎体,0.2%利多卡因局麻,取 1 个约 0.5 cm 手术切口,行伤椎序贯穿刺定位(图 1a),DSA 行 CT 扫描重建成像,根据术中 CT 矢状位及横断面针尖的位置同时精准调整穿刺针位置(图 1b, 1c, 1d, 1e, 1f),穿刺针针尖通过椎弓根后加大外倾角,使穿刺针针尖到达椎体中线,正位针尖位于棘突中线,侧位位于椎体前中 1/3(图 1g, 1h),增加穿刺针深度,使其位于椎体后缘 2~3 cm 处,拔出针芯,固定穿刺针套管,完成工作通道建立。

PKP 手术:通过工作通道置入精细钻,侧位透视下小心扩髓至椎体前方 1/3-1/4 处,置入球囊,缓慢旋转球囊压力表,注入造影剂扩张球囊,椎体复位满意或球囊扩张合适后,取出球囊,根据骨折形态及椎体四壁有无破损等原因低压注入合适时期骨水泥,注意防止骨水泥渗漏,若出现骨水泥渗漏或患者有严重不适症状,立即停止注射。术中透视骨水泥侧位达到椎体后 1/4 时,正位左右侧对称分布,则视为骨水泥填充满意,停止操作。

PVP 手术:通过工作通道置入精细钻,侧位透视下小心扩髓至椎体前方 1/3~1/4 处,根据骨折形态及椎体四壁有无破损等原因低压注入合适时期骨水泥椎体。术中透视骨水泥侧位达到椎体后 1/4 时,正位左右侧对称分布,则视为骨水泥填充满意,停止操作,取出工作套管,局部压迫 2~3 min,缝合点状切口,覆盖无菌敷料。

1.3.2 术后处理 术后患者均平卧 2~3 h(合并心肺疾病者可取半卧位),密切观察生命体征及双下肢感觉、运动变化情况。术后第 1 天复查 DR/CT、双下肢静脉彩超,排除下肢静脉血栓后,可佩戴定制的胸腰支具下床活动。并常规予口服碳酸钙-D3 600~1 200 mg/d,骨化三醇软胶囊 0.25 μ g/d 及肌注依降钙素注射液 10 U(每周 2 次)或静脉滴注唑来磷



图 1 伤椎序贯穿刺, DSA 扫描重建后精准调整穿刺针位置行 PVP/PKP 术的 DR/CT 影像 **1a.** 术中多椎体序贯穿刺 DSA 扫描侧位 **1b.** 术中 DSA 扫描重建 CT 矢状位 **1c.** 术中 DSA 扫描重建胸椎横断面 **1d, 1e.** 术中 DSA 扫描腰椎(L₁, L₂, L₄)横断面 **1f.** 根据 L₄ 椎体 DSA 扫描重建调整穿刺针位置, 穿刺针退出 0.5 cm, 加大外展角度 **1g, 1h.** 侧位和正位 DSA 扫描重建显示调整后 3 个椎体的穿刺针均达到满意位置

Fig. 1 The DR/CT image of PVP/PKP operation after puncturing the vertebral sequentially and adjusting the puncture needle position accurately by DSA scan reconstruction **1a.** Lateral DSA scanning of intraoperative multi-vertebral body sequential penetration **1b.** DSA scan reconstruction of CT sagittal position during surgery **1c.** DSA scan reconstruction of thoracic spine cross section during surgery **1d, 1e.** DSA scan of lumbar spine (L₁, L₂, L₄) cross section during surgery **1f.** Adjusting the position of the puncture needle according to the DSA scan reconstruction of L₄ vertebral body. The puncture needle was withdrawn 0.5 cm and the abduction angle was increased **1g, 1h.** Lateral and AP DSA scan reconstructions showed that the puncture needle of the three vertebral bodies after adjustment reached satisfactory position

酸钠抗骨质疏松治疗。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)

分别在术前、术后 3 d 及末次随访时由科室护士、同组 2 名医师测定患者疼痛 VAS 评分, 计算平均值并记录, VAS 疼痛评分为 0~10 分: 0 分, 无痛; 3 分以下, 有轻微的疼痛, 患者能忍受; 4~6 分, 患者疼痛并影响睡眠, 尚能忍受; 7~10 分, 有渐强烈的疼痛, 疼痛难忍。

1.4.2 伤椎椎体前缘及中间高度值 由 2 名放射科医师在侧位 X 线片上分别测量术前、术后 3 d 和末次随访的椎体前缘及中间高度, 伤椎上下椎体前缘及中间高度, 计算平均值并记录, 根据公式伤椎椎体高度值 = [(伤椎椎体高度/伤椎上下椎体高度的平均值)] × 100%, 计算出术前、术后 3 d 和末次随访的椎体前缘及中间高度。

1.4.3 骨水泥渗漏率及术中穿刺针达到椎体中线率 由放射科医师在术中 DR/CT 测量穿刺针是否达到椎体中线, 并计算穿刺针达到椎体中线率。由放

射科及脊柱外科医师在术前、术后正侧位 X 线片和 CT 片上观察有无骨水泥的椎体外渗漏, 计算骨水泥渗漏率。

1.4.4 Oswestry 指数(Oswestry Disability Index, ODI) 分别在术前、术后 3 d 及末次随访时由科室护士、同组两名医师计算患者 ODI 指数, 计算平均值并记录; ODI 指数评分由 10 个问题组成, 包括疼痛的强度、生活自理、提物、步行、坐位、站立、干扰睡眠、性生活、社会生活、旅游等 10 个方面的情况, 每个问题 6 个选项, 每个问题的最高得分为 5 分, 选择第 1 个选项得分为 0 分, 依次选择最后一个选项得分为 5 分, 假如有 10 个问题都做了问答, 记分方法是: [实际得分/50(最高可能得分)] × 100%, 假如有一个问题没有回答, 则记分方法是: [实际得分/45(最高可能得分)] × 100%, 越高表明功能障碍越严重。

1.5 统计学处理

所有数据采用 SPSS 23.0 软件行统计学处理, 定量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 术前、术后 3 d 及末次随访 VAS 评分、ODI 指数、伤椎椎体高度的比

较采用配对 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

68 例椎体骨折均穿刺成功, 随访时间为 12~27 (14.3±3.5)个月, 手术时间为 35~60(41.6±3.2) min, 注射骨水泥每椎 3~5(3.6±0.5) ml, 辐射暴露量 0.5~0.9 (0.7±0.1) mSv。所有患者术后 12~72 h 疼痛明显缓解, 术后 12~24 h 佩戴胸腰支具下地活动。3 例患者出现穿刺部位局限性血肿, 术后 3~5 d 血肿吸收。3 例出现穿刺侧肋间神经分布区疼痛, 2~5 d 疼痛消失, 无血气胸、脊髓损伤及肺栓塞等严重并发症的发生。

2.2 影像学观察

术中 DSA 正位透视及 CT 扫描观察: 140 个椎体穿刺针针尖达到椎体中线, 28 个椎体过椎体中线至对侧, 术中穿刺针达到椎体中线率为 100%, 术后复查 DR 示注入骨水泥在椎体内弥散良好, 左右对称分布。

2.3 临床疗效

术后 3 d 及末次随访时的 VAS 评分与术前相比明显改善 ($t=24.50, P < 0.05$), 而术后 3 d 与末次随访时 VAS 评分比较差异无统计学意义 ($t=0.49, P > 0.05$)。术后 3 d 及末次随访时的 ODI 指数与术前相比明显改善 ($t=17.27, P < 0.05$), 而术后 3 d 与末次随访 ODI 指数比较差异无统计学意义 ($t=0.55, P > 0.05$)。术后 3 d 及末次随访时的椎体前缘高度和椎

体中间高度均较术前明显恢复 ($t=13.89, P < 0.05$), 而术后 3 d 与末次随访时的椎体前缘高度和椎体中间高度比较差异无统计学意义 ($t=0.58, P > 0.05$), 见表 1。典型病例手术前后影像学资料见图 2, 3。本组发生骨水泥渗漏 8 例、12 个椎体, 渗漏率 11.76%, 向椎间盘内渗漏 6 个椎体, 向椎体前方渗漏 3 个椎体, 向椎体后方渗漏 2 个椎体 (有后纵韧带阻挡未向椎管内渗漏), 周围引流静脉渗漏 1 个椎体, 无椎管内、椎间孔内渗漏。

表 1 手术前后 68 例骨质疏松性椎体压缩骨折患者椎体高度、VAS 评分和 ODI 指数比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of pre- and post-operative VAS, ODI and vertebral body height in 68 patients with OVCFs ($\bar{x} \pm s$)

时间	VAS 评分 (分)	椎体前缘高度 (%)	椎体中间高度 (%)	ODI (%)
术前	7.3±1.3	50.9±10.3	50.8±11.0	65.5±15.7
术后 3 d	1.4±0.7 ^①	68.5±12.9 ^①	68.5±13.0 ^①	16.0±6.4 ^①
末次随访	1.1±0.8 ^{①②}	68.5±12.8 ^{①②}	68.5±12.9 ^{①②}	15.3±5.6 ^{①②}

注: 与术前比较, ^{①②} $P < 0.05$; 与术后 3 d 比较, ^② $P > 0.05$

Note: Compared with preoperative data, ^{①②} $P < 0.05$. Compared with postoperative 3 day data, ^② $P > 0.05$

3 讨论

3.1 脊柱骨质疏松性压缩骨折治疗现状及弊端

目前对于老年脊柱骨质疏松性压缩骨折多采用



图 2 患者, 女, 75 岁, T₁₁, L₂, L₃, L₄ 椎体压缩性骨折伴有重度骨质疏松症, 伤后 6 d 行 T₁₁, L₃ 椎体 PKP 术 (T₁₁, L₃ 椎体压缩超过 1/2, PKP 可恢复椎体高度, 矫正后凸畸形, 利于骨水泥填充), L₂, L₄ 椎体 PVP 术 (L₂, L₄ 椎体压缩程度小于 1/3, PVP 可获得良好的效果, 并可节约时间及费用)

2a, 2b. 术前腰椎 MRI T2 抑脂像, T1 像示 T₁₁, L₂, L₃, L₄ 椎体压缩性骨折 2c, 2d. T₁₁, L₂, L₃, L₄ 椎体 OVCFs 术后 3 d 腰椎正侧位 DR 片

Fig.2 A 75-year-old female, vertebral compression fracture of T₁₁, L₂, L₃, L₄ with severe osteoporosis, T₁₁, L₃ vertebral body underwent PKP at 6 days after injury (T₁₁, L₃ vertebral compression were more than 1/2, PKP can restore the height of the vertebral body, correct the kyphotic deformity and facilitate bone cement filling), L₂, L₄ vertebral underwent PVP (L₂, L₄ vertebral body compression degree were less than 1/3, PVP can obtain good results and save time and cost) 2a, 2b. Preoperative MRI T2 fat suppression image of lumbar spine, and T1 image showed compression fracture of T₁₁, L₂, L₃, L₄ vertebral 2c, 2d. AP and lateral DR films of T₁₁, L₂, L₃, L₄ vertebrae (3 days after operation)



图3 患者,女,70岁,L₁,L₂,L₄椎体压缩性骨折伴重度骨质疏松症,伤后2周行L₁,L₄椎体PKP术(L₁,L₄椎体压缩>1/2,PKP可恢复椎体高度,矫正后凸畸形,利于骨水泥填充),L₂椎体PVP术(L₂椎体压缩程度<1/3,PVP可获得良好的效果,并可节约时间及费用) 3a,3b.术前腰椎MRI T2抑脂像,T1像示L₁,L₂,L₄椎体压缩性骨折 3c,3d.L₁,L₂,L₄椎体OVCFs术后3d腰椎正侧位DR片

Fig.3 A 70-year-old female, vertebral compression fracture of L₁, L₂, L₄ with severe osteoporosis, L₁, L₄ vertebral underwent PKP at 2 weeks after injury (L₁, L₄ vertebral compression were more than 1/2, PKP can restore the height of the vertebral body, correct the kyphotic deformity and facilitate bone cement filling), L₂ vertebral underwent PVP surgery (L₂ vertebral body compression degree was less than 1/3, PVP can obtain good results and save time and cost) 3a, 3b. Preoperative MRI T2 fat suppression image of lumbar spine, and T1 image showed compression fracture of L₁, L₂, L₄ vertebrae 3c, 3d. AP and lateral DR films of L₁, L₂, L₄ vertebrae (3 days after operation)

PVP或PKP微创手术治疗,可快速恢复脊柱功能,使患者早期下床进行功能锻炼,避免卧床并发症,获得良好的治疗效果^[3-9]。本研究所有病例VAS评分、ODI指数、椎体前缘及中间高度术后3d及末次随访情况较术前明显改善($P<0.05$)。证明PKP或PVP术可快速缓解疼痛和恢复脊柱稳定性,还可使椎体压缩骨折部分复位,矫正后凸畸形,改善脊柱功能,提高患者生活质量,是目前治疗OVCFs最有效的方法。术前可根据骨折时间、椎体压缩程度、是否合并Kümmell病等,选择行PVP或PKP,无论何种术式,采用经双侧椎弓根穿刺,注射骨水泥,均能获得良好的椎体内骨水泥分布,恢复椎体刚度和强度,明显缓解脊柱疼痛^[10]。2个椎体以上的OVCFs多见高龄老年人,心肺功能差,不能长时间保持俯卧位,且全麻风险极大,因此双侧穿刺行PVP或PKP并不适用于2个椎体以上的OVCFs,其增加了医疗费用和X线曝光量,使穿刺并发症发生率明显增加^[11]。部分学者采用经椎弓根外途径单侧穿刺单侧注射骨水泥行PVP和PKP术治疗OVCFs^[5,11],均获得良好的临床效果,但并未对2个椎体以上的OVCFs如何快速、安全、有效地行PVP和PKP术进行临床研究,并且目前缺少2个椎体以上的OVCFs术后获得骨水泥椎体内满意分布方法的研究。文献研究表明骨水泥在椎体内分布不均匀、不对称可引起椎体单侧承重而导致脊柱不稳定,易发生术后椎体再次骨折,或椎体对侧高度的丢失^[12-13]。Hou等^[14]研究结果显示骨

水泥椎体内均匀及左右对称分布有利于术后椎体强度和刚度的恢复,避免椎体再骨折的发生,可获得满意的远期疗效。在常规C形臂X线引导下经椎弓根外途径行PVP或PKP术,角度过小不易达到或穿过椎体中线,行单侧骨水泥注射不能获得椎体内均匀对称的骨水泥分布,而增加穿刺针与矢状面的夹角容易刺破椎弓根内侧皮质,损伤脊髓或神经根,造成严重后果,尤其是中上胸椎。因此有学者建议治疗OVCFs可选择DSA引导下经椎弓根外途径行PKP或PVP手术(胸椎入路:肋骨-横突-椎弓根单元通道,上腰椎(L₁-L₂)椎弓根细而直也可采用椎弓根外入路^[5-6]。

3.2 DSA引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺治疗OVCFs的技术要求及特点

本组通过解剖学观察和CT测量,术前确定穿刺途径,在术中以DSA引导同时行伤椎精准穿刺。所有病例术中穿刺针的针尖在正位观察时达到甚至超过椎体的中线,侧位观察针尖位于椎体前方2/3~1/4处,术后椎体内骨水泥均匀及左右对称分布,获得了良好的临床疗效。本组手术时间平均为(41.6±3.2)min,明显低于文献报道的PKP或PVP手术时间^[4-9],证明该技术方法可以明显减少手术时间,对于高龄老年人心肺功能差不能耐受长期卧床患者,意义重大。与双侧穿刺及普通C形臂X线引导下单侧穿刺相比较,DSA引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺技术可使手术操作简易化、减少射线暴露、

明显缩短手术时间,减少穿刺工具数量,降低手术费用,提高手术安全性,缩短年轻医师学习曲线,有利于 PKP 及 PVP 手术技术在基层医院的推广。本组病例均是 DSA 引导下单侧精准穿刺,穿刺次数明显减少,故术中、术后因穿刺损伤所致疼痛明显减轻。本组 68 例 168 个椎体术前均在 DR/CT/MRI 图像上进行详尽测量,根据测量结果术前进行体表定位,采用 DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 和 PKP 术治疗 OVCFs,正位观察穿刺针针尖全部达到椎体的中线或超过中线(28 例越过中线),为单侧注入骨水泥在椎体内的均匀、对称分布扩散提供了保障。

DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺时如何能够达到最优的穿刺位置,对于 OVCFs 选择何种术式,我们体会如下:对于新鲜椎体骨折、椎体高度下降超过 1/4,无骨折硬化、无骨吸收形成空洞、不合并 Kümmell 病者,笔者均选择 PKP 手术,反之对于陈旧性椎体合并新鲜骨折、椎体内有骨折硬化、有骨吸收形成空洞、合并 Kümmell 病者,均采用 PVP 术^[15]。如何增加穿刺准确性及安全性,我们总结方法如下:(1)正确标记皮肤穿刺针点状切口位置,术前行 DR/CT/MRI 图像上进行详尽测量,根据测量结果及患者体型结合术前 DSA 正侧位进行体表定位, T₁-T₈ 椎体穿刺点位置一般距离棘突连线 3~4 cm, T₉-T₁₂ 穿刺点位置一般距离棘突连线 4~4.5 cm, L₁-L₃ 穿刺点位置一般距离棘突连线 4.5~4.0 cm (应以每位患者具体情况为准)。(2)穿刺针与矢状面的夹角应根据 CT 测量的结果来决定,取较小穿刺针与水平面的夹角(防止损伤椎弓根或误入椎管内损伤脊髓及神经根)。(3)穿刺针进入骨质 0.5~1.0 cm,固定穿刺针,行 DSA 正侧位透视,确认位置后,再以较小的角度使穿刺针再进入 0.5~1.0 cm,行 DSA 的 CT 扫描根据矢状位及横断面,调整穿刺针位置,若穿刺针针尖达到椎弓根基底部,则可加大穿刺针外展角度,保证穿刺针尖可达到或超过椎体中份(对于术前椎体 CT 显示椎体中份有硬化者,尽量加大穿刺针外展角度,保证穿刺针针尖超过椎体中份,有学者针对此种情况设计了根腔灌注椎体成形配套器械^[16])。本组术中 DSA 正位透视及 CT 扫描观察:140 个椎体穿刺针针尖达到椎体中线,28 个椎体过椎体中线至对侧,均穿刺成功,无穿刺并发症。本组病例椎体内骨水泥均匀弥散、左右对称分布,发生骨水泥渗漏 8 例、12 个椎体,渗漏率为 11.76%,无椎管内、椎间孔内渗漏,关于术中注射骨水泥体会如下:(1)详细分析术前 CT 明确是否存在椎体前后缘及上下缘的破损,术中精准穿刺,避免反复穿刺形成医源性的空

隙。(2)关于骨水泥注入时机,Gan 等^[17]研究认为骨水泥处于拉丝末期(即调制后 3~5 min),推注压力为 100~220 psi(平均为 140 psi)时,骨水泥渗漏概率最低,但是拉丝末期注入骨水泥很难保证椎体内良好的弥散。本研究所有病例采用中等黏度高显影骨水泥(贺利氏,德国),笔者的体会是于拉丝前期(即调制后 1~3 min)进行骨水泥注射,可获得均匀、左右对称的椎体内骨水泥弥散。对于存在椎体前后缘及上下缘的破损,可通过控制骨水泥注射速度、压力及使用侧方工作套管控制骨水泥注入方向等方式防止骨水泥渗漏。但是对于合并 Kümmell 病者仍是骨水泥处于拉丝末期(即调制后 3~5 min)时进行注射。因此进行 DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 和 PKP 术,手术前应详细进行 CT 测量和个性化穿刺方案设计、根据术中 DSA CT 扫描调整穿刺针位置是保证穿刺成功的关键。

3.3 DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺技术的优势及缺点

该技术优势主要包括以下方面:(1)DSA 引导下可同时进行 2 个以上的伤椎穿刺,穿刺位置基本确定后,可行 DSA 扫描成像调整穿刺位置,本组病例均一次性调整满意,减少了穿刺次数、放射线透视次数和放射线透视时间以及穿刺并发症,缩短了手术时间,减轻了患者痛苦及放射性损害。本组辐射暴露量为(0.7±0.1) mSv,明显少于文献报道经椎弓根穿刺入路行椎体后凸成形术治疗 OVCFs 的辐射暴露量^[18]。(2)DSA 引导下安全、有效,极少造成穿刺损伤脊髓、神经及周围重要血管的并发症,对于年轻医师来说更易掌握和推广。(3)术中 DSA 扫描可对骨水泥填充分布情况进行动态的观察,可根据具体情况调整骨水泥的注入方向及干稀程度,使骨水泥在椎体获得满意的分布,并能及时发现是否有渗漏及渗漏的方向,及时调整,减少骨水泥渗漏的并发症。由于 DSA 是大型设备,价格昂贵并且大多数医院 DSA 都安装于放射科(手术衔接耗时、耗力,甚至可能无法达到无菌要求),故该技术难于在基层医院推广。但我院 DSA 安置于杂交手术间(手术室内),为该技术的开展提供了保障。

综上,DSA 引导下经单侧椎弓根外途径精准穿刺行 PVP 或 PKP 术治疗 2 个椎体以上的骨质疏松性椎体压缩骨折,能够有效缓解疼痛,恢复椎体高度和脊柱功能,是一种安全、快速、有效的手术方法。

参考文献

- [1] Ballane G, Cauley JA, Luckey MM, et al. Worldwide prevalence and incidence of osteoporotic vertebral fractures[J]. Osteoporos Int, 2017, 28(5):1531-1542.
- [2] Pourtaheri S, Luo W, Cui C, et al. Vertebral augmentation is superior

- to nonoperative care at reducing lower back pain for symptomatic osteoporotic compression fractures; a Meta-analysis[J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31(8):339-344.
- [3] 杨惠林, 刘强, 唐海, 等. 骨质疏松性椎体压缩性骨折患者抗骨质疏松规范治疗专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(11):803-807.
YANG HL, LIU Q, TANG H, et al. Expert consensus on standard anti-osteoporotic treatment of patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2018, 98(11):803-807. Chinese.
- [4] Andrei D, Popa I, Brad S, et al. The variability of vertebral body volume and pain associated with osteoporotic vertebral fractures: conservative treatment versus percutaneous transpedicular vertebroplasty[J]. *Int Orthop*, 2017, 41(5):963-968.
- [5] 陈书连, 卢义峰, 王振, 等. 椎弓根外穿刺行单侧 PVP 或 PKP 术治疗上中位胸椎椎体骨折[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(11):905-909.
CHEN SL, LU YF, WANG Z, et al. Extrapedicular puncture with unilateral PVP or PKP for the treatment of upper and middle thoracic vertebral fractures[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2011, 21(11):905-909. Chinese.
- [6] 汪曾荣, 黄爱军, 周序玲, 等. 数字减影血管造影监控下椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效分析[J]. *中华临床医师杂志*, 2013, 7(8):62-65.
WANG ZR, HUANG AJ, ZHOU XL, et al. Analysis of the curative effect of digital subtraction angiography monitoring kyphoplasty in the treatment of senile osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Zhonghua Lin Chuang Yi Shi Za Zhi*, 2013, 7(8):62-65. Chinese.
- [7] Fan J, Shen Y, Zhang N, et al. Evaluation of surgical outcome of Jack vertebral dilator kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture-clinical experience of 218 cases[J]. *J Orthop Surg Res*, 2016, 11(1):56.
- [8] Yi HJ, Jeong JH, Im SB, et al. Percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment for one level thoracolumbar osteoporotic compression fracture: results of an over 2-year follow-up[J]. *Pain Physician*, 2016, 19(5):E743-E750.
- [9] Mattie R, Laimi K, Yu S, et al. Comparing percutaneous vertebroplasty and conservative therapy for treating osteoporotic compression fractures in the thoracic and lumbar spine: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Bone Joint Surg AM*, 2016, 98(12):1041-1051.
- [10] 刘长枫, 宋文慧, 刘昌文, 等. 经皮椎体成形术骨水泥分布评价及影响因素分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29(11):905-909.
LIU CF, SONG WH, LIU CW, et al. Evaluation of bone cement distribution and analysis of influencing factors in percutaneous vertebroplasty[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2011, 21(11):905-909. Chinese.
- [11] 罗文东, 林丰, 赵刚, 等. 低压力单球囊单侧 PKP 治疗多椎体 OVCF 的临床疗效分析[J]. *重庆医学*, 2019, (11):1856-1859.
LUO WD, LIN F, ZHAO G, et al. Clinical efficacy analysis of low-pressure single balloon unilateral PKP in the treatment of multi-vertebral OVCF[J]. *Chong Qing Yi Xue*, 2019(11):1856-1859. Chinese.
- [12] He X, Li H, Meng Y, et al. Percutaneous kyphoplasty evaluated by cement volume and distribution: an analysis of clinical data[J]. *Pain Physician*, 2016, 19(7):495-506.
- [13] 贺双军, 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.
HE SJ, LYU NN, LIU H, et al. The effect of bone cement distribution of percutaneous kyphoplasty on the early postoperative efficacy[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2019, 39(3):137-143. Chinese.
- [14] Hou Y, Yao Q, Zhang G, et al. Polymethylmethacrylate distribution is associated with recompression after vertebroplasty or kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: A retrospective study[J]. *PLoS One*, 2018, 13(6):e0198407.
- [15] 刘义杰, 杨森, 李雪峰, 等. 经皮椎体后凸成形术治疗无神经症状性Ⅲ期 Kümmell 病[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019, 21(10):888-893.
LIU YJ, YANG S, LI XF, et al. Percutaneous kyphoplasty for asymptomatic stage III Kümmell disease[J]. *Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi*, 2019, 21(10):888-893. Chinese.
- [16] 盛凯, 易国良, 宋西正, 等. 根腔灌注椎体成形配套器械的研制及初步临床应用[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 19(7):745-749.
SHENG K, YI GL, SONG XZ, et al. Development and preliminary clinical application of supporting instruments for root cavity perfusion vertebra Shaping[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2019, 19(7):745-749. Chinese.
- [17] Gan M, Yang H, Zhou F, et al. Kyphoplasty for the treatment of painful osteoporotic thoracolumbar burst fractures[J]. *Orthopedics*, 2010, 33(2):88-92.
- [18] 杨小彬, 贺宝荣, 郝定均, 等. 单双侧经皮椎体后凸成形术治疗胸腰段骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较[J]. *中华创伤杂志*, 2019, 35(12):1060-1067.
YANG XB, HE BR, HAO DJ, et al. Effect comparison of unilateral bilateral percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture of thoracolumbar segment[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2019, 35(12):1060-1067. Chinese.

(收稿日期:2020-10-20 本文编辑:王宏)