

· 临床论著 ·

数字化辅助与传统技术经皮椎体成形术的比较[△]

吴溢峰, 余本立, 吴焯鹏*, 钟姣红, 张月琼, 劳惠芬

(开平市中心医院骨外科, 广东开平 529300)

摘要: [目的] 评价数字化技术辅助经皮椎体成形 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF) 的临床效果。[方法] 2019年1月—2020年8月的73例单节段OVCF患者纳入本研究, 采用随机数字法分成两组。其中, 36例术前行三维数字化建模及数据测量, 行数字辅助单侧PVP; 另外37例行传统PVP。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 无严重并发症。数字组手术时间、穿刺时间、术中透视次数均显著优于传统组 ($P<0.05$)。两组骨水泥注入量及骨水泥渗漏发生率、下地行走时间、完全负重时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。两组随访时间平均 (19.33±4.65) 个月, 随时间推移, 两组术后VAS、ODI评分均显著减少, 而JOA评分显著增加 ($P<0.05$); 术后3d, 数字组VAS、ODI、JOA评分均显著优于传统组 ($P<0.05$)。影像方面, 与术前相比, 两组术后椎体前缘高度均显著增加 ($P<0.05$), 而Cobb角均显著减小 ($P<0.05$); 相应时间点两组间影像测量指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 与传统PVP相比, 数字化技术辅助PVP可提高胸腰椎经皮椎弓根穿刺的精准性, 减少X线透视次数及手术时间, 且临床效果更好。

关键词: 骨质疏松性椎体压缩骨折, 数字化模型, 精准, 经皮椎体成形术

中图分类号: R687 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2022) 11-0961-06

Percutaneous vertebroplasty by digital assistance versus traditional techniques for osteoporotic vertebral compression fractures // WU Yi-feng, YU Ben-li, WU Zhuo-peng, ZHONG Jiao-hong, ZHANG Yue-qiong, LAO Hui-fen. Department of Orthopedics, Kaiping Central Hospital, Kaiping 529300, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcomes of digital-assistance percutaneous vertebroplasty (PVP) for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF). [Methods] From January 2019 to August 2020, 73 patients with single-segment OVCF were enrolled in this study and divided into two groups by random number method. Among them, 36 patients underwent 3D digital modeling and data measurement before surgery, and underwent digital-assistance (DA) unilateral PVP, while the other 37 patients received the traditional PVP. Perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All the patients in both groups had operation completed successfully without serious complications. The DA group proved significantly superior to the traditional group in terms of operative time, puncture time and intraoperative fluoroscopy times ($P<0.05$), despite of the fact that no significant differences were found in terms of the amount of bone cement injected, the incidence of bone cement leakage, time to resume walking and the full weight-bearing activity between the two groups ($P<0.05$). As time went during follow up period lasted for (19.33±4.65) months, VAS and ODI scores decreased significantly ($P<0.05$), while JOA scores increased significantly in both groups ($P<0.05$). At 3 days after operation, the DA group was superior to the traditional group in VAS, ODI and JOA scores ($P<0.05$). Radiographically, the anterior vertebral height increased significantly ($P<0.05$), whereas the local Cobb angle decreased significantly in both groups postoperatively compared with those before operation ($P<0.05$). However, there were no significant differences in aforesaid radiographic items between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). [Conclusion] Compared with traditional PVP, the digital-assistance PVP does improve the precision of thoracolumbar percutaneous pedicle puncture, reduce the number of X-ray fluoroscopy and operation time, and has better clinical results.

Key words: osteoporotic vertebral compression fracture, digital model, precision, percutaneous vertebroplasty

经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP)、经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kypho-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.01

△基金项目: 江门市科技局科研项目 (编号: 2020YLJ005)

作者简介: 吴溢峰, 副主任医师, 研究方向: 脊柱外科、数字化骨科, (电话) 13380951381, (电子信箱) windison2008@163.com

* 通信作者: 吴焯鹏, (电话) 0750-2371781, (电子信箱) 409069242@qq.com

plasty, PKP) 以及经皮椎弓根钉内固定 (percutaneous pedicle screw fixation, PPSF) 是治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs) 等疾病的行之有效的微创手术方法^[1, 2], 其手术的基础是精准的椎弓根穿刺, 从而避免神经血管损伤、脑脊液漏、肺栓塞、椎弓根骨折、椎弓根钉内固定失效、甚至死亡等并发症^[3-5]。由于椎体发育存在个体差异, 要想实现精准的椎弓根穿刺, 术前详细的手术规划不可或缺。精准的椎弓根穿刺技术是随着数字化骨科技术发展起来的一类技术, 其主要包括: 根据个体化的影像学/数字化模型测量数据, 进行精准的术前规划, 术中使用必要的辅助手段, 确保手术过程中, 穿刺针或螺钉始终经过椎弓根完美地进入椎体, 不损伤椎管内外侧脊髓神经、血管、脏器等^[6]。精准的椎弓根穿刺, 可建立完整的椎弓根骨性通道, 既可避免 PVP 手术中骨水泥向椎管内及椎体侧方的渗漏, 也是确保椎弓根螺钉达到有效、坚强的三柱固定的前提^[7, 8]。此外, 传统徒手经椎弓根穿刺时常需术中进行多次的 X 线透视定位, 增加患者及术者与有害射线的接触^[9]。如何简便、快捷、有效地提高经皮椎弓根穿刺的精准性, 尽可能减少射线接触, 值得探讨。本研究探讨数字化技术辅助经皮椎弓根穿刺在胸腰椎骨折 PVP 中的精准性及可行性, 以供临床参考。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 术前 X 线片、CT、MRI 确定为新鲜的椎体压缩性骨折, 不伴骨折块向椎管内占位及脊髓、神经受压 (图 1a, 1b); (2) 骨密度测定明确为骨质疏松 (T 值 ≤ -2.5 SD); (3) 手术操作由同一组医师采用同一厂家器械完成。

排除标准: (1) 陈旧性骨折; (2) 新鲜骨折伴椎体后壁破裂; (3) 全身条件差, 不能耐受手术。

1.2 一般资料

2019 年 1 月—2020 年 8 月的 73 例单节段 OVCFs 患者符合上述标准, 纳入本研究。采用随机数字法分为两组, 数字组 36 例术前行三维数字化建模及数据测量, 依据术前测量数据行 PVP; 传统组 37 例行传统徒手单侧 PVP。两组术前一般资料见表 1, 两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、损伤至手术时间、损伤节段和骨密度 (bone mineral density, BMD) 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究获

开平市中心医院伦理委员会审核批准 (批文号 2020-4-10-1), 所有患者均知情同意并签署知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	数字组 (n=36)	传统组 (n=37)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	72.08 \pm 10.12	73.16 \pm 9.22	0.635
性别 (例, 男/女)	17/19	11/26	0.097
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	24.27 \pm 4.76	25.24 \pm 4.31	0.275
病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.28 \pm 1.97	5.70 \pm 2.91	0.328
节段 (例, T ₁₁ /T ₁₂ /L ₁ /L ₂ /L ₃)	5/12/9/8/2	3/9/16/6/3	0.499
骨密度 (g/cm^3 , $\bar{x} \pm s$)	0.68 \pm 0.08	0.70 \pm 0.08	0.275

1.3 手术方法

数字组: 将患者术前胸腰椎 CT 数据导入到 mimiics21.0 软件, 建立胸腰椎、骨盆和手术区域皮肤的数字化模型 (图 1c)。在 measurements 模块下确定伤椎椎弓根水平线与后正中中线交点至右侧髂后上棘的距离 L_1 , 此距离 L_1 在仰卧和俯卧时相对固定, 术中可以此距离确定伤椎的水平。在三维数字化模型中, 确定椎弓根穿刺骨性进针点及手术的靶点, 两点连线的延长线与皮肤的交点即为皮肤穿刺点, 测量皮肤穿刺点与后正中线的旁开距离 L_2 。根据皮肤穿刺点与靶点连线与正中矢状面的夹角, 确认穿刺时的内倾角 α 。计算内倾角 α 的正弦值 $\sin\alpha$, 并乘以 5 (单位 cm), 得出数值 L_4 (单位 cm), 数值 L_4 为计算的理论值。测量穿刺的椎体靶点 (骨水泥注射时的位置) 与皮肤穿刺点的距离 L_3 , 即为术中穿刺针进针的深度。

患者俯卧位, 腹侧置胸垫及双侧髂垫, 腹部悬空, 以便伤椎在重力作用下牵引复位。根据术前数字化数据 L_1 量取后正中中线与右侧髂后上棘的距离, 使之与术前数字化模型的距离 L_1 相等, 在此处粘贴克氏针进一步透视确定该平面的位置。以此水平面画一条红色定位线, 根据术前数据 L_2 从后正中中线向右旁开 L_2 距离, 确定皮肤穿刺点并标记。1%利多卡因逐层浸润麻醉至椎弓根及关节突关节周围。利用带数字刻度的穿刺针进行穿刺 (图 1d), 根据术前计算的理论值 L_4 , 判断并调整合适的穿刺内倾角。以合适的内倾角缓慢穿刺至术前数据预计到达椎弓根内侧缘与椎体后缘交界处, 透视确认正侧位无误, 并根据术前测量的椎体段穿刺深度, 缓慢穿刺至靶点处 (图 1e, 1f)。穿刺的深度可由穿刺针上的数字刻度读取。更换带有数字刻度的工作通道, 沿克氏针导丝穿刺至同样的深度。调制好骨水泥, 待其于拉丝期经工作通道注入骨折椎体, 注射过程注意透视观察, 以防骨水泥渗漏 (图 1g, 1h)。注射结束即拔针消毒并粘贴无菌敷料^[10]。

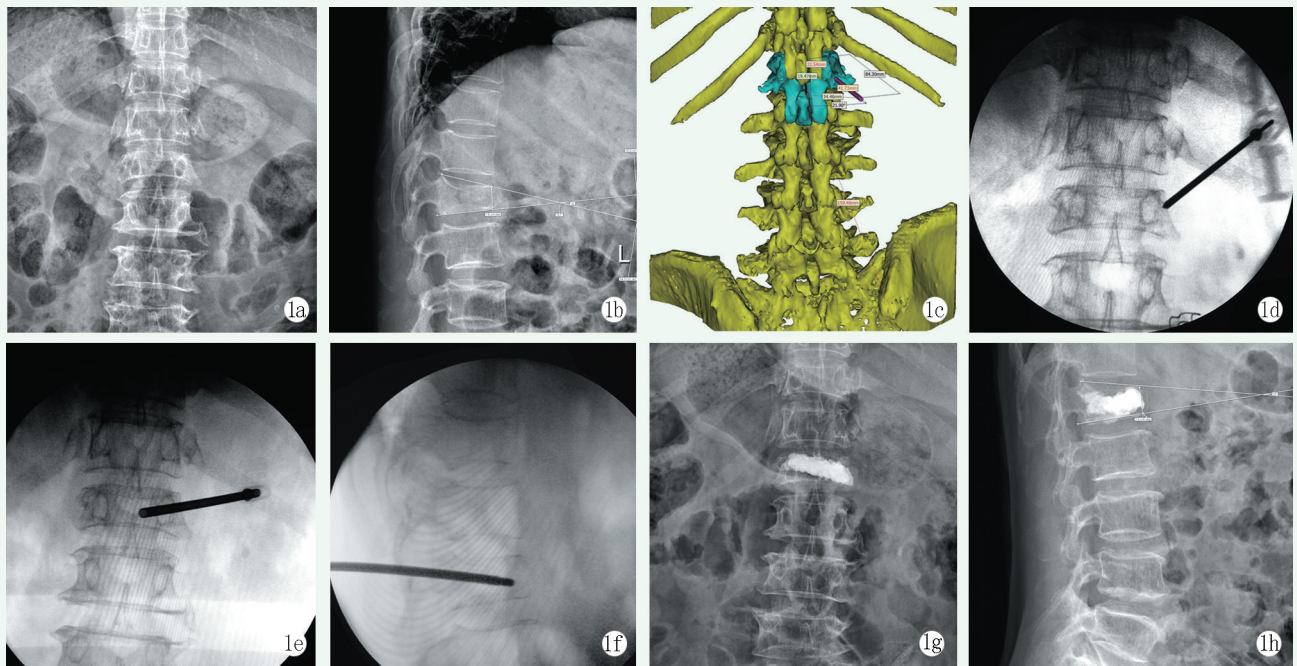


图 1 患者,女,61岁,跌倒致腰背痛伴活动受限, L₁椎体压缩骨折 1a: 术前腰椎正位 X 线片示 L₁椎体压缩骨折 1b: 术前腰椎侧位 X 线片示 L₁椎体压缩骨折(椎体前缘高度 16 mm, Cobb 角 19°) 1c: 术前建立胸腰椎数字化模型,进行虚拟 PVP 手术 1d: 根据术前数字化测量数据,确定皮肤穿刺点后以测得的内倾角度进针触及椎弓根骨面穿刺入口 1e: 工作通道到达靶点时的正位 X 线片 1f: 工作通道到达靶点时的侧位 X 线片,透视确认无误,即可调和并注射骨水泥 1g: 术后 1 d 腰椎正位 X 线片示骨水泥分布对称 1h: 术后 1 d 腰椎侧位 X 线片示椎体前缘高度较术前有所恢复(椎体前缘高度 18 mm, Cobb 角 13°),骨水泥未向椎管内渗漏

传统组:患者俯卧位,用 2 枚 L 形克氏针固定于腰背部皮肤, C 形臂 X 线机透视确定伤椎椎弓根体表投影,做好标记。1%利多卡因逐层浸润麻醉至椎弓根及关节突关节周围。刺入穿刺针,反复正侧位透视确认穿刺针通过椎弓根进入椎体前中 1/3 处。更换工作通道,按以上方法注入骨水泥。

两组术后均无需使用抗生素,术后 8~24 h,复查胸腰椎 X 线片和/或 CT,视情况佩戴腰围起床活动,常规抗骨质疏松。

1.4 评价指标

记录两组手术时间、穿刺时间、术中 X 线透视次数、骨水泥的注入量、术中及早期并发症发生情况。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 和日本骨科协会腰评分 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评价临床效果。行影像检查,测量椎体前缘高度和局部 Cobb 角。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内时间点间比较采用单因素方差分析;资料呈非正态分布时,采用秩和检验。计数资料

采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术,均未发生脊髓、神经、血管损伤和气胸、肺栓塞、骨水泥毒性反应等并发症,数字组手术时间、穿刺时间、术中透视次数均显著少于传统组 ($P < 0.05$)。两组骨水泥注入量、骨水泥渗漏发生率以及恢复下地行走时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。共发生骨水泥渗漏 17 例,其中 13 例术前胸腰椎三维 CT 可发现椎体前缘或上下终板不同程度的椎体边缘皮质骨裂隙征,术中骨水泥渗漏位置与该裂隙位置一致,3 例为椎旁静脉丛渗漏,1 例为术中探针过深,刺破椎体前缘骨皮质所致。所有骨水泥渗漏病例均未出现相关的临床症状。两组均无感染、肌间及静脉血栓、死亡等严重并发症。

2.2 随访结果

两组病例均获随访 12~28 个月,平均 (19.33 ± 4.65) 个月。随访过程中,数字组 6 例、传统组 8

例出现再次疼痛加剧，影像证实为邻椎新发骨折或伤椎再骨折，均行再次 PVP 治疗。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	数字组 (n=36)	传统组 (n=37)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	33.19±5.37	45.81±8.46	<0.001
透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	13.64±3.19	19.59±3.08	<0.001
穿刺时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	14.28±2.86	24.81±6.89	<0.001
骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	4.10±1.29	4.39±1.11	0.297
骨水泥渗漏 [例 (%)]	8 (22.22)	9 (24.32)	0.832
下地行走时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	16.22±2.77	15.36±4.00	0.294
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.86±1.61	7.30±1.60	0.248

两组随访资料见表 3，完全负重时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随时间推移，两组术后 VAS、ODI

评分均显著减少，而 JOA 评分显著增加 ($P<0.05$)。术前两组间上述评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 3 d，数字组的 VAS、ODI 和 JOA 评分均显著优于传统组 ($P<0.05$)，而末次随访时，两组间 VAS、ODI 和 JOA 评分差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.3 影像评估

两组患者影像测量结果见表 4，与术前相比，两组术后椎体前缘高度均显著增加 ($P<0.05$)，而 Cobb 角均显著减小 ($P<0.05$)，相应时间点两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

至末次随访时邻近椎体新发骨折，数字组 5 例，传统组 6 例；伤椎再骨折，数字组 1 例，传统组 2 例。均再次行 PVP 治疗，两组间差异无统计学意义 ($P=0.591$)。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	数字组 (n=36)	传统组 (n=37)	P 值
完全负重活动时间 (月)		3.88±0.21	4.01±0.24	0.294
VAS 评分 (分)	术前	6.25±1.13	6.41±1.21	0.573
	术后 3 d	3.52±0.94	4.19±0.81	0.002
	末次随访时	2.28±0.70	2.43±0.69	0.345
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	62.78±4.82	63.44±4.98	0.562
	术后 3 d	34.56±4.06	37.12±5.78	0.032
	末次随访时	25.86±2.90	26.57±3.23	0.331
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	12.53±1.58	12.81±1.71	0.465
	术后 3 d	25.31±1.24	24.54±1.35	0.014
	末次随访时	25.75±1.34	25.14±1.58	0.078
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4 两组患者影像评估结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	数字组 (n=36)	传统组 (n=37)	P 值
椎体前缘高度 (mm)	术前	14.93±2.29	15.38±2.14	0.385
	术后 3 d	17.42±2.39	17.94±2.01	0.313
	末次随访时	17.33±2.39	17.81±1.99	0.356
	P 值	<0.001	<0.001	
局部后凸 Cobb 角 (°)	术前	19.03±4.98	18.38±4.50	0.564
	术后 3 d	14.33±3.77	13.42±3.29	0.277
	末次随访时	14.48±3.50	13.32±3.72	0.178
	P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

PVP 治疗 OVCFs，微创、安全、疗效确切，已

得到国内外众多研究的肯定^[1, 11, 12]。PVP 经历了从双侧入路到单侧经椎弓根入路及椎弓根外入路的过程^[13-15]。相关研究表明，单双侧入路均能缓解疼痛^[16, 17]。只要术前规划准确，单侧入路在保证手术

效果的同时更省时^[18, 19]。传统 PVP 术中 C 形臂 X 线机透视可出现成像模糊, 给术中定位及手术操作带来困难。其次, 术中反复转动 C 形臂 X 线机可增加术区污染及伤口感染的风险。再次, X 线作为有害射线, 每增加一次透视, 意味着对患者及术者的无形的伤害增加一次。部分学者的研究中提出了 CT 重建图像模拟穿刺路径的方法, 具有一定的成功率^[20]。但每次都要进行粘贴电极的方法, 仍旧存在一定的不便。笔者经过长期观察发现, 利用术前胸腰椎三维 CT 重建的脊柱数字化模型, 以骨性标志为参考, 其精准性可满足临床手术需要。术前利用数字化模型, 测量双侧髂后上棘到伤椎椎弓根水平的距离, 可很好地确定伤椎椎弓根的体表投影。再通过数字化模型, 测量皮肤进针点旁开后正中线的距离与角度、皮肤到椎弓根的距离、椎弓根到靶点的距离。以数据为辅助, 术中可以在尽量少转动 C 形臂 X 线机及透视的情况下顺利完成经皮椎弓根的穿刺并成功置入工作通道。

靶向 PVP 可使骨水泥在骨折区域充分弥散, 更有效地缓解腰背痛^[21]。部分学者在 CT 引导下行靶区穿刺 PVP^[22], 可实时了解穿刺针与椎弓根的相互关系, 但其本质上基于 CT 断层二维图像, 导致对穿刺针头尾倾角的把握不精准。本研究利用胸腰椎数字化模型, 可以实现虚拟手术及精准测量, 在模拟穿刺针置入到理想位置时, 通过测量该工作通道与矢状面、水平面的角度、深度, 能精确地指导术中穿刺, 对于术前规划穿刺路径、术中确认到达靶点有着重要的指导意义。

本研究发现, 数字组在手术时间、穿刺时间、术中透视次数均显著少于传统组; 此外, 数字组患者较传统组患者术后 VAS 及 ODI、JOA 评分改善更明显。笔者认为, 数字化模型辅助经皮椎弓根穿刺更精准, 可尽可能地减少不必要的反复穿刺导致的肌肉、骨膜、小关节、神经根等损伤引起的术后疼痛。另一方面, 传统组一般穿刺点或范围相对随意, 骨水泥往往要经过较远距离的弥散至骨折区域, 而数字化模型的辅助, 使得工作通道注入骨水泥时的初始位置位于或接近于骨折靶点, 使骨水泥更好地弥散在骨折区域, 从而提供更好的即时稳定性。骨水泥渗漏是 PVP 常见的手术并发症^[23], 与椎体的裂隙及椎体皮质骨壁的不完整程度、骨水泥注入量有关^[24, 25]。本研究中两组骨水泥渗漏率暂未发现统计学差异, 但数字化技术辅助经皮椎弓根穿刺, 在不增加手术并发症的同时, 减少了 X 线曝光量及手术时间, 其优点值

得肯定。

本研究的不足之处: (1) 患者术前的 CT 检查体位和术中可能不完全一致; (2) 与包括导航在内的所有辅助技术一样, 实际手术时无法与术前数字化模拟的数据完全一致, 但这种体位改变导致的数据偏差对手术操作影响不大, 数据测量仍具有较好的参考价值; (3) 术前数字化建模及详细的术前规划, 有利于术者术前形成整体的三维的空间印象, 发现更多的疾病细节, 在手术时更胸有成竹。综上所述, 数字化技术辅助经皮椎弓根穿刺有助于提高椎弓根穿刺的精准性, 缩短手术时间、减少 X 线透视次数, 手术疗效更佳。

参考文献

- [1] Ahsan MK, Pandit OP, Khan M. Percutaneous vertebroplasty for symptomatic osteoporotic compression fractures: a single-center prospective study [J]. *Surg Neurol Int*, 2021, 12 (1): 176.
- [2] Nambiar M, Maingard JT, Onggo JR, et al. Single level percutaneous vertebroplasty for vertebral hemangiomas - a review of outcomes [J]. *Pain Physician*, 2020, 23 (6): E637-E642.
- [3] Lou C, Yu W, Chen Z, et al. Short-term outcomes of percutaneous pedicle screw fixation combined with vertebroplasty: a minimally invasive treatment for Kümmell's disease with intravertebral instability [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2020, 54 (6): 627-633.
- [4] Xu HT, Zheng S, Kang MY, et al. A novel computer navigation model guided unilateral percutaneous vertebroplasty for vertebral compression fracture: a case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (44): e22468.
- [5] Sezer C, Sezer C. Pedicle screw fixation with percutaneous vertebroplasty for traumatic thoracolumbar vertebral compression fracture [J]. *Niger J Clin Pract*, 2021, 24 (9): 1360-1365.
- [6] Noguchi T, Yamashita K, Shida Y, et al. Accuracy of vertebral puncture in percutaneous vertebroplasty [J/OL]. *Jpn J Radiol*, 2021. Epub ahead of print. DOI:10.1007/s11604-021-01216-3
- [7] Wang B, Wang Y, Zhao Q, et al. Pediculoplasty combined with vertebroplasty for the treatment of Kummell's disease without neurological impairment: robot-assisted and fluoroscopy-guided [J]. *Am J Transl Res*, 2020, 12 (12): 8019-8029.
- [8] 白明, 吴一民, 银和平, 等. 经皮椎弓根固定联合椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (20): 1841-1844.
- [9] Hu PL, Lin JS, Meng H, et al. A novel "three-dimensional-printed individual guide template-assisted percutaneous vertebroplasty" for osteoporotic vertebral compression fracture: a prospective, controlled study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 326.
- [10] 吴溢峰, 钟姣红, 吴焯鹏, 等. 3 种不同入路经皮椎体成形术治疗胸腰椎椎体压缩性骨折的疗效比较 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18 (7): 611-615.
- [11] Galivanche AR, Toombs C, Adrados M, et al. Cement augmenta-

- tion of vertebral compression fractures may be safely considered in the very elderly [J]. *Neurospine*, 2021, 18 (1): 226-233.
- [12] Etemadifar MR, Andalib A, Farzinnia S. Pain relief and associated factors in patients undergoing vertebroplasty due to osteoporotic vertebral fracture [J]. *Int J Burns Trauma*, 2020, 10 (5): 210-217.
- [13] 李健, 吴溢峰, 杨波, 等. 双侧双平面与单侧经椎弓根椎体成形术疗效比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2011, 19 (2): 91-95.
- [14] 钟远鸣, 程俊, 仇振茂, 等. 单双侧经椎弓根入路 PVP 治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的 Meta 分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (10): 892-897.
- [15] Zhuo Y, Liu L, Wang H, et al. A modified transverse process-pedicle approach applied to unilateral extrapedicular percutaneous vertebroplasty [J]. *Pain Res Manag*, 2021, 2021: 6493712.
- [16] 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.
- [17] 蔡佳, 郝应文, 李超, 等. 经皮椎体成形骨水泥注入修复骨质疏松性胸腰椎体压缩骨折: 椎弓根入路方案 [J]. *中国组织工程研究*, 2015, 19 (30): 4892-4897.
- [18] Li Y, Cui W, Zhou P, et al. Comparison of a flexible versus rigid bone cement injection system in unilateral percutaneous vertebroplasty [J]. *Eur J Med Res*, 2020, 25 (1): 36.
- [19] 张志伟, 李利, 黄兹谕, 等. 单、双侧椎弓根入路及单侧椎弓根外入路椎体成形治疗胸腰段椎体压缩性骨折: 骨水泥灌注量与渗漏率 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24 (9): 1353-1358.
- [20] Li J, Lin J, Xu J, et al. A novel approach for percutaneous vertebroplasty based on preoperative computed tomography-based three-dimensional model design [J]. *World Neurosurg*, 2017, 105 (1): 20-26.
- [21] 叶林强, 梁德, 姚珍松, 等. 靶向椎体成形术与传统椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较 [J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33 (3): 247-252.
- [22] 孙海涛, 关家文, 马宗雷, 等. CT 引导下靶区小剂量骨水泥精准注射治疗胸腰椎压缩性骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (18): 1820-1824.
- [23] Park JH, Kim HS, Kim SW. Cement leakage into adjacent vertebral body following percutaneous vertebroplasty [J]. *Korean J Spine*, 2016, 13 (2): 74-76.
- [24] 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.
- [25] 崔利宾, 唐本强, 王彦辉, 等. 年龄 ≥ 80 岁骨质疏松性椎体压缩骨折患者经皮椎体成形术骨水泥渗漏的危险因素分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30 (6): 530-538.

(收稿:2021-10-01 修回:2022-03-03)
 (同行评议专家: 干旻峰 王明飞)
 (本文编辑: 闫承杰)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于建立《中国矫形外科杂志》同行评议专家库的通知

为促进期刊更好的发展, 服务于国家医疗卫生事业和全民健康, 更广泛的动员骨科及相关专业人员参与本刊建设, 公开公正、高效及时的处理作者来稿, 以不断提升本刊影响力、公信力和学术质量, 并动态化更新发展本刊编辑委员会, 现决定逐步建立与完善《中国矫形外科杂志》同行评议专家库。采用个人申请、所在单位同意、动态考察的方法逐步推开。

凡从事骨科及相关临床、康复、护理、教学、基础研究和医疗辅助工作 10 年以上、副高级职称或获得博士学位人员均可报名。本刊原有编辑委员亦应申报入库。可在本刊远程投稿系统 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 下载申请表, 填写并加盖所在单位公章后, 制成 PDF 文件, 上传至本刊电子信箱: jxwxms@126.com, 完成入库。编辑部将依据您的专业特长, 向您分发需审阅评议的稿件。

此项评议工作为志愿性, 但您的工作会在本刊留下有价值的印迹。专家库采用动态管理, 将根据评议质量、效率和工作量作为改选进入或再次当选编委的依据。

《中国矫形外科杂志》编辑部

2021年1月30日