

• 骨科专栏 •

# UTPP 及 UTP 入路 PVP 治疗老年胸腰椎 OVCF 的临床特点

袁宇飞<sup>1</sup>, 樊凯彬<sup>1</sup>, 张存<sup>1</sup>, 何娟<sup>1</sup>, 李健斐<sup>2</sup>, 苗洁<sup>1</sup>

(1.河北省邯郸市中心医院骨科, 河北邯郸 056001; 2.河北省邯郸市中心医院影像科, 河北邯郸 056001)

**[摘要]** **目的** 探讨经单侧横突—关节突入路(unilateral transverse process-pedicular, UTPP)椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)治疗老年胸腰椎骨质疏松性压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)的临床效果。**方法** 收集2019年10月—2022年10月于河北省邯郸市中心医院骨科住院治疗的老年胸腰椎 OVCF 患者156例的临床资料。根据手术入路不同将患者分为 UTPP 组和单侧椎弓根入路(unilateral transpedicular, UTP)组, 比较2组手术时间、骨水泥注入量、骨水泥分布优秀率、骨水泥渗漏率。比较2组术前、术后1 d、术后1个月、术后1年的视觉模拟疼痛(visual analogue scale, VAS)评分和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评分。比较2组术前、术后1 d、术后1年椎体前缘高度、Cobb角。**结果** 2组手术时间差异无统计学意义[UTPP组(48.38±3.55)min、UTP组(48.59±3.50)min,  $P>0.05$ ]; UTPP组骨水泥注入量[(5.03±0.63)mL]大于 UTP组[(4.11±0.51)mL], 骨水泥分布优良率(92.96%)高于 UTP组(61.18%), 骨水泥渗漏率(7.04%)小于 UTP组(18.82%), 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。随时间推移, 2组 VAS 评分和 ODI 评分均呈降低趋势, 时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义( $P<0.001$ ), 组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。术后1 d和术后1年, 2组椎体前缘高度高于术前, Cobb角低于术前, 时点间差异有统计学意义( $P<0.001$ ), 组间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** UTPP-PVP 可以实现单侧入路双侧弥散, 骨水泥分布均匀, 术后患者胸腰椎疼痛减轻、功能恢复良好可实现早期下地。

**[关键词]** 脊柱骨折; 骨质疏松; 椎体成形术; 横突—关节突入路 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.04.005

**[中图分类号]** R683.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)04-0400-06

## Clinical features of UTPP-PVP and UTP-PVP in the treatment of thoracolumbar OVCF in the elderly

YUAN Yu-fei<sup>1</sup>, FAN Kai-bin<sup>1</sup>, ZHANG Cun<sup>1</sup>, HE Juan<sup>1</sup>, LI Jian-fei<sup>2</sup>, MIAO Jie<sup>1</sup>

(1. Department of Orthopedics, Handan Central Hospital, Hebei Province, Handan 056001, China;

2. Department of Imaging, Handan Central Hospital, Hebei Province, Handan 056001, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the clinical effectiveness of unilateral transverse process-pedicular percutaneous vertebroplasty (UTPP-PVP) in the treatment of thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF) in the elderly. **Methods** The clinical data of 156 elderly patients with thoracolumbar OVCF who were hospitalized in the Department of Orthopedics of Handan Central Hospital from October 2019 to October 2022 were collected. Based on different surgical approaches, the patients were divided into UTPP group and unilateral transpedicular (UTP) group, and the duration of operation, bone cement injection volume, excellent rate of bone cement distribution and bone cement leakage rate were compared between the two groups. The visual analogue scale (VAS) scores and Oswestry disability index (ODI) scores were compared between the two groups before surgery, at 1 d, 1 month and 1 year after

[收稿日期] 2024-06-15

[基金项目] 河北省医学科学研究课题计划(20231958)

[作者简介] 袁宇飞(1985—), 男, 河北邯郸人, 河北省邯郸市中

心医院副主任医师, 医学硕士, 从事骨科疾病诊治研究。

surgery. The anterior vertebral body height and the Cobb angle were compared between the two groups before surgery, and at 1 d and 1 year after surgery. **Results** There was no significant difference in duration of operation between the UTPP group and the UTPP group [(48.38±3.55) min *vs.* (48.59±3.50) min,  $P>0.05$ ], the cement injection volume was greater than that of the UTP group [(5.03±0.63) mL *vs.* (4.11±0.51) mL], the excellent distribution rate of bone cement was higher than that of the UTP-PVP group (92.96% *vs.* 61.18%), and the leakage rate of bone cement was significantly lower than that of the UTP group (7.04% *vs.* 18.82%,  $P<0.05$ ). Over time, both VAS scores and ODI scores showed a decreasing trend, with significant differences in the interaction between time points and time points between groups ( $P<0.001$ ), but no significant differences between groups ( $P>0.05$ ). At 1 d and 1 year after surgery, the anterior vertebral body height of both groups was higher than that before surgery, and the Cobb angle was lower than that before surgery, with significant differences in interaction between time points ( $P<0.001$ ). However, there was no significant difference in the interaction between groups and time points between groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** UTPP-PVP can ensure unilateral diffusion and bilateral diffusion as well as uniform distribution of bone cement, and early off-bed activity can be achieved with reduced thoracolumbar pain and good functional recovery after surgery.

**[Key words]** spinal fractures; osteoporosis; vertebroplasty; transverse process-pedicular approach

2021年我国第7次全国人口普查结果显示,我国年龄 $\geq 60$ 岁人群达2.647亿<sup>[1]</sup>。骨质疏松症与老年人尤其是绝经后老年女性密切相关<sup>[2]</sup>。对于严重骨质疏松症患者,轻微暴力就可能造成骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)可以快速缓解老年胸腰椎OVCF疼痛<sup>[3]</sup>。经传统单侧椎弓根入路(unilateral transpedicular, UTP)穿刺很难到达对侧,双侧穿刺可以使骨水泥双侧弥散,但是手术时间长、费用高<sup>[4]</sup>。经单侧横突-椎弓根入路(unilateral transverse process-pedicular, UTPP)-PVP,穿刺外展角度大容易使穿刺针到达椎体中线,使骨水泥弥散均匀<sup>[5-6]</sup>。本研究旨在比较UTPP入路和UTP入路PVP影像学及临床特点,促进经济、安全、有效手术方式的临床应用。报告如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2019年10月—2022年10月于河北省邯郸市中心医院骨科胸腰椎OVCF住院的老年患者156例。纳入条件:①年龄 $\geq 60$ 岁;②骨密度(bone mineral density, BMD) T值 $< -2.5$ ;③MRIT2像可见椎体高信号;④单个椎体骨折;⑤骨折时间 $\leq 3$ 周;⑥视觉模拟评分法(visual

analogue scale, VAS)评分 $> 6$ 分。排除条件:①合并椎体结核、感染、肿瘤等疾病;②骨质压迫硬膜,伴有神经根症状;③伴有心理或精神疾病,不能配合手术;④严重心肺功能障碍、凝血功能障碍,不能耐受手术。按照手术入路分为UTPP组(71例)和UTP组(85例)。

UTPP组,男性16例,女性55例,年龄60~93岁,平均(77.24±7.26)岁,中位数骨折时间为4 d,骨折椎体71个,T5~T10:6个,T11~L2:45个,L3~L5:20个,应用抗骨质疏松药物56例,BMD T值 $-2.9 \sim -3.8$ ,平均 $-3.17 \pm 0.22$ 。UTP组,男性20例,女性65例,年龄69~92岁,平均(76.38±5.52)岁,中位数骨折时间3 d,骨折椎体85个,T5~T10:9个,T11~L2L:59个,L3~L5:17个,应用抗骨质疏松药物55例,BMD T值 $-2.9 \sim -3.7$ ,平均 $-3.15 \pm 0.21$ 。2组性别、年龄、骨折时间、骨折椎体分布、抗骨质疏松药物应用、BMD T值差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。

本研究经河北省邯郸市中心医院伦理委员会批准。

## 1.2 手术方法

1.2.1 UTPP组 患者取俯卧位,胸前部及髂腰部垫软枕,腹部悬空,C形臂透视确定目标椎体并体表标记,透视见椎弓根投影外侧缘(左侧9点、右侧3点方向)外侧5~10 mm(术前影像测量)为穿刺点,

碘酒、酒精皮肤消毒, 适量 1% 利多卡因麻醉至骨膜, 正位透视穿刺套管经皮穿刺至椎弓根外缘稍外, 外展 25°~45°, 侧位透视位于椎弓根后缘, 继续进针, 当正位位于椎弓根投影内缘时, 侧位刚穿过椎弓根, 继续进针至椎体中线及前 1/3, 抽出针芯, 置入

推杆, 推入黏稠期骨水泥 3~4 管 (7.5~10.0 mL)。观察骨水泥灌注情况, 当骨水泥填充均匀或欲向椎管后壁渗漏时停止注入。等待骨水泥发热、坚硬, 旋转套管并拔出。消毒皮肤、缝合包扎。典型病例见图 1。

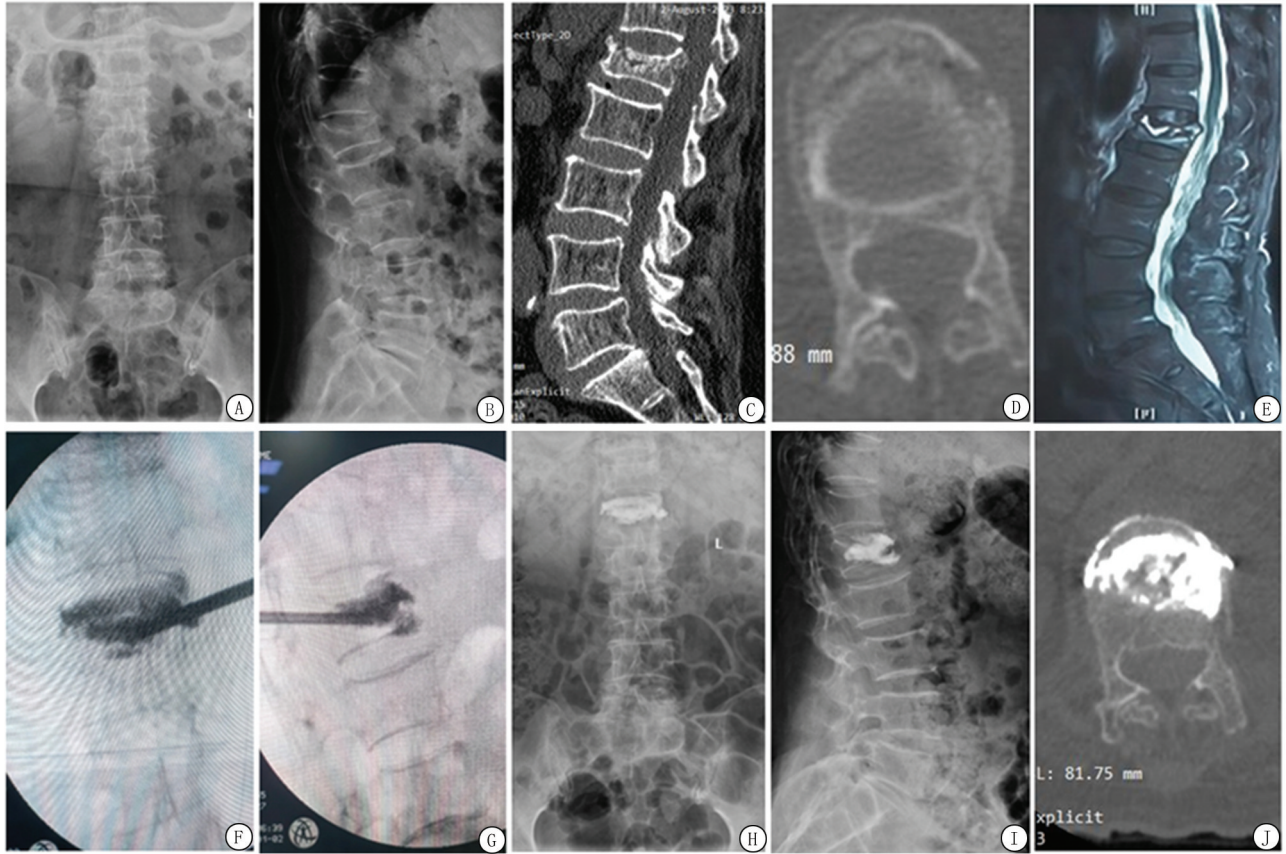


图 1 患者, 女性, 75 岁, 腰 1 椎体压缩骨折行 UTPP 入路 PVP 手术治疗

A. 腰椎正位 X 线片示, 腰 1 椎体压缩骨折; B. 腰椎侧位 X 线片示, 腰 1 椎体压缩骨折; C. 腰椎 CT (矢状位) 示, 腰 1 椎体压缩骨折; D. 腰椎 CT (轴位) 示, 腰 1 椎体后缘骨皮质完整; E. MRI 压脂像示, 腰 1 椎体局部高信号; F. 术中 C 形臂透视 (正位) 示, 骨水泥弥散良好; G. 术中 C 形臂透视 (侧位) 示骨水泥弥散良好; H. 术后 X 线片示 (正位) 示, 骨水泥弥散良好, 椎体高度较术前恢复; I. 术后 X 线片 (侧位) 示, 骨水泥弥散良好, 椎体高度较术前恢复; J. 术后 CT 示, 椎体前中部骨水泥填充良好, 椎旁稍渗出

Figure 1 A 75-year-old female patient receiving UTPP-PVP for compression fracture of L1 vertebra

1.2.2 UTP 组 患者体位、消毒、麻醉、透视方法同 UTPP 组。穿刺点为: 椎弓根投影外侧缘 (左侧 9 点、右侧 3 点方向), 外展角度为 10°~30° 穿刺过程中, 当正位透视位于椎弓根外缘时, 侧位位于椎弓根后缘, 继续进针, 当正位位于椎弓根内缘时, 侧位刚刚穿过椎弓根。

1.3 观察指标 比较 2 组手术时间、骨水泥注入量、骨水泥分布优秀率、骨水泥渗漏率。比较 2 组术前、术后 1 d、术后 1 个月、术后 1 年的 VAS 评分和 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评分。比较 2 组术前、术后 1 d、术后 1 年椎体前缘高度、Cobb 角。

根据 Chu 等<sup>[7]</sup> 的描述, 正位 X 线片上骨水泥分布位于两椎弓根之间 >75% 为优, 50%~75% 为良,

25%~50% 为差, <25% 为失败。骨水泥分布优秀率 = (优 + 良) 例数 / 总例数 × 100%。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。计量资料比较采用独立样本 *t* 检验、重复测量方差分析, 计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

2.1 手术数据 2 组手术时间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。UTPP 组骨水泥注入量和骨水泥分布优秀率大于 UTP 组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

表1 2组手术数据比较

Table 1 Comparison of surgical data between the two groups

组别	例数	手术时间	骨水泥注入量	骨水泥分布
		( $\bar{x} \pm s, \text{min}$ )	( $\bar{x} \pm s, \text{mL}$ )	优秀率(例数, %)
UTPP组	71	48.38±3.55	5.03±0.63	66(92.96)
UTP组	85	48.59±3.50	4.11±0.51	52(61.18)
$t/\chi^2$ 值		0.368	10.040	21.207
$P$ 值		0.714	<0.001	<0.001

## 2.2 临床有效性

### 2.2.1 2组VAS评分和ODI评分比较 随时间推

表2 2组VSA评分、ODI评分比较

Table 2 Comparison of VAS scores and ODI scores between the two groups

组别	例数	VAS评分				ODI评分			
		术前	术后1d	术后1个月	术后1年	术前	术后1d	术后1个月	术后1年
		$(\bar{x} \pm s, \text{分})$				$(\bar{x} \pm s, \text{分})$			
UTPP组	71	7.44±1.08	3.03±0.61	2.52±0.50	1.69±0.71	40.58±3.45	24.83±3.16	19.83±0.81	13.17±0.63
UTP组	85	7.36±1.03	3.44±0.66	2.41±0.50	1.59±0.70	40.45±3.25	26.35±3.25	19.93±1.86	13.02±1.02
组间		$F$ 值=0.192		$P$ 值=0.662		$F$ 值=1.432		$P$ 值=0.233	
时点间		$F$ 值=1 118.279		$P$ 值<0.001		$F$ 值=5 166.749		$P$ 值<0.001	
组间·时点间		$F$ 值=8.103		$P$ 值<0.001		$F$ 值=6.044		$P$ 值=0.002	

表3 2组椎体前缘高度和Cobb角度比较

Table 3 Comparison of anterior vertebral body height and Cobb' angle between the two groups

组别	例数	椎体前缘高度(mm)			Cobb角度(°)		
		术前	术后1d	术后1年	术前	术后1d	术后1年
		$(\bar{x} \pm s)$			$(\bar{x} \pm s)$		
UTPP组	71	15.07±3.27	18.08±2.26	18.07±2.26	17.38±2.21	11.20±1.70	11.82±0.48
UTP组	85	15.44±2.56	17.49±2.42	16.54±2.38	17.94±2.22	11.77±1.09	12.44±0.89
组间		$F$ 值=0.968		$P$ 值=0.327	$F$ 值=5.195		$P$ 值=0.324
时点间		$F$ 值=53.742		$P$ 值<0.001	$F$ 值=674.886		$P$ 值<0.001
组间·时点间		$F$ 值=2.601		$P$ 值=0.109	$F$ 值=0.759		$P$ 值=0.399

2.3 临床安全性 2组术后均无切口感染等不良事件发生。UTPP组发生骨水泥渗漏5例(7.04%),UTP组发生骨水泥渗漏16例(18.82%),UTPP组骨水泥渗漏发生率低于UTP组,差异有统计意义( $\chi^2=4.609, P=0.032$ )。骨水泥渗漏患者均无临床症状,无需进一步临床干预。

## 3 讨论

3.1 PVP治疗老年胸腰椎OVCF的重要性 在世界学术史上有多次PVP与非手术治疗老年胸腰椎OVCF优劣的讨论。有代表性的是2009年发表于新英格兰杂志的2篇文章<sup>[8-9]</sup>,研究表明PVP组比假手术组OVCF无优势,但是这2篇文献纳入患者的骨折时间长( $\leq 12$ 个月),数字等级量表评定(numeric rating scale, NRS)评分低( $\geq 3$ 分)。2016年发表于柳叶刀的1篇文献<sup>[10]</sup>,证明PVP组比假手术组有优势,其纳入患者的是骨折时间短( $\leq 6$ 周),NRS评分高( $\geq 7$ 分)的老年患者。2020年Diamond等<sup>[11]</sup>将骨折时间 $\leq 3$ 周,NRS评分 $\geq 7$ 分

移,2组VAS评分和ODI评分均呈降低趋势,时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义( $P < 0.001$ ),组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

2.2.2 2组椎体前缘高度和Cobb角比较 术后1d和术后1年,2组椎体前缘高度高于术前,Cobb角低于术前,时点间差异有统计学意义( $P < 0.001$ ),组间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表3。

作为纳入标准,发现此类患者在缓解疼痛、恢复功能方面显著获益。2016年我国的学者<sup>[12]</sup>将年龄 $\geq 70$ 岁,VAS评分 $\geq 5$ 分的急性OVCF患者作为研究对象,结果显示,PVP可以快速止痛,实现早期下地目标。而在实际临床工作中,OVCF的患者多以疼痛、急性骨折为主,且患者行PVP手术后可早期行功能锻炼,避免卧床可能带来的并发症,早期干预对于高龄、骨折对其影响严重的患者尤其重要<sup>[13]</sup>。

### 3.2 经单侧横突-关节突入路治疗OVCF的优点

UTPP入路穿刺点位于横突根部所以允许更大的外展角,这样的穿刺点容易使穿刺针达到甚至超过中线,有利于达到椎体前1/3,故骨水泥更容易达到椎体对侧。临床上有多种单侧穿刺方法和手术工具有利于骨水泥达到对侧,如椎弓根外入路穿刺<sup>[5]</sup>、弯角椎体成形工具<sup>[14]</sup>等,但是无法规避学习曲线长,神经、血管损伤风险高,费用高等弊端。

本研究结果显示,2组术后VAS评分及ODI评分都低于术前,时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义( $P < 0.001$ ),组间差异无统计学意

义( $P>0.05$ )。从统计结果看 UTPP 组早期可缓解患者疼痛评分,更适合需要早期缓解疼痛症状,需要早期下地的患者,而这类人群正是老年患者,尤其是合并基础病不宜卧床的患者。UTPP 组骨水泥注入量大于 UTP 组,且骨水泥分布优秀率高于 UTP 组。多项研究显示<sup>[10,12,15-18]</sup>,鉴于脊柱生物力学的复杂性,均匀的骨水泥弥散有利于达到生物力学的平衡,大多数学者认为骨水泥弥散超过中线越多,越有利于缓解疼痛。骨水泥填充增强椎体强度,减少骨折微动对骨内及骨膜神经的刺激是最有可能的疼痛缓解机制<sup>[19]</sup>。另外,UTPP 入路由于穿刺点在横突与关节突夹角处,未对小关节造成损伤,减少了小关节源性的疼痛,故术后 VAS 评分低可能与此机制有关<sup>[20]</sup>。

术后 1 d 和术后 1 年,2 组椎体前缘高度高于术前,Cobb 角低于术前,时点间差异有统计学意义( $P<0.001$ ),组间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义( $P>0.05$ )。表明在维持椎体高度方面 UTPP 组较 UTP 组有优势,骨水泥填充充分有利于维持椎体高度及减少邻近椎体骨折的发生。白露露等<sup>[21]</sup>认为,骨水泥的理想填充状态为上下达上下终板,左右达两侧椎弓根。

UTPP 组骨水泥渗漏率低于 UTP 组,表明穿刺终点靠近椎体中线有利于减少骨水泥渗漏。有研究显示,外展角度大的单侧穿刺技术骨水泥分布类型与双侧穿刺手术效果类似<sup>[18]</sup>。本研究中术后 1 年随访时总共有 5 例患者出现邻近椎体骨折(3.2%),而相关文献报道邻近椎体骨折发生率为 11.6%~24.7%<sup>[6,22]</sup>,笔者认为本研究中邻近椎体骨折率低与患者术后抗骨质疏松治疗有关。骨质疏松被认为是邻近椎体骨折的最显著的危险因素<sup>[23]</sup>。Bawa 等<sup>[24]</sup>研究证明,抗骨质疏松治疗可以使邻近椎体骨折降低 40%。

**3.3 手术经验及手术要点** ①术前仔细阅片,明确靶点、横突-椎弓根交点、外展角度及皮肤穿刺点,可以使用逆向设计的方法<sup>[25]</sup>增加准确性;②术中患者体位及透视影像应标准,使解剖标志清晰可辨,避免椎体旋转;③术中注意透视,尤其是穿刺针进出椎弓根的过程;④骨水泥早期推注时速度应慢,后期实时透视避免突破椎管后壁。

无论应用哪种术式都应该首先熟悉透视下的解剖标志<sup>[26]</sup>。在研究穿刺位点选择的同时,更应该注重手术技术的提升<sup>[27]</sup>。

综上所述,UTPP-PVP 可以提供更好的骨水泥分布,疼痛缓解程度更优,维持椎体高度更好,同时

手术操作安全并容易掌握。

#### [参考文献]

- [1] 国家统计局,国务院第七次全国人口普查领导小组办公室.第七次全国人口普查公报(第五号)——人口年龄构成情况[J]. 中国统计,2021,(5):10-11.
- [2] Arrigoni F, Bruno F, Zugaro L, et al. Developments in the management of bone metastases with interventional radiology [J]. Acta Biomed.2018,89(1/S):166-174.
- [3] 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.
- [4] Qiao Y, Wang X, Liu Y, et al. Comparison of unilateral and bilateral percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. J Pain Res.2023,16:1813-1823.
- [5] Liu L, Cheng S, Wang Q, et al. An anatomical study on lumbar arteries related to the extrapedicular approach applied during lumbar PVP (PKP) [J]. PLoS One, 2019, 14 (3): e0213164.
- [6] Qiao Y, Wang X, Liu Y, et al. Clinical efficacy of modified percutaneous kyphoplasty (PKP) vs. conventional PKP for osteoporotic vertebral compression fractures: a single-center retrospective study [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27 (19):9121-9131.
- [7] Chu W, Tsuei YC, Liao PH, et al. Decompressed percutaneous vertebroplasty: a secured bone cement delivery procedure for vertebral augmentation in osteoporotic compression fractures [J]. Injury, 2013, 44(6):813-818.
- [8] Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR, et al. A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures [J]. N Engl J Med, 2009, 361(5):557-568.
- [9] Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, et al. A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures [J]. N Engl J Med, 2009, 361(6):569-579.
- [10] 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.
- [11] Diamond T, Clark W, Bird P, et al. Early vertebroplasty within 3 weeks of fracture for acute painful vertebral osteoporotic fractures: subgroup analysis of the VAPOUR trial and review of the literature [J]. Eur Spine J, 2020, 29 (7):1606-1613.
- [12] Yang EZ, Xu JG, Huang GZ, 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.
- [13] Clark W, Bird P, Diamond T, et al. Cochrane vertebroplasty review misrepresented evidence for vertebroplasty with early

- intervention in severely affected patients[J]. *BMJ Evid Based Med*, 2019, 25(3): 85-89.
- [14] 郭翔翔, 王涛, 马信龙, 等. 经皮弯角椎体成形术与单侧经皮椎体后凸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*, 2022, 38(5): 389-395.
- [15] Lv B, Ji P, Fan X, et al. Clinical efficacy of different bone cement distribution patterns in percutaneous kyphoplasty: a retrospective study[J]. *Pain Physician*, 2020, 23(4): E409-E416.
- [16] Tao W, Hu Q, Nicolas YSM, et al. Is unilateral transverse process-pedicle percutaneous kyphoplasty a better choice for osteoporotic thoracolumbar fractures in the old patients? [J]. *BMC Surg*, 2021, 21(1): 252.
- [17] Firanesco CE, de Vries J, Lodder P, et al. Vertebroplasty versus sham procedure for painful acute osteoporotic vertebral compression fractures (VERTOS IV): randomised sham controlled clinical trial[J]. *BMJ*, 2018, 361: k1551.
- [18] Gu C, Huang A, Wang Y, et al. Biomechanics of the unilateral posterosuperior, unipedicular, and bipedicular approaches for treatment by percutaneous vertebroplasty: a comparative study[J]. *Am J Transl Res*, 2022, 14(5): 3448-3455.
- [19] Lv Z, Chen Z, Chen H, et al. Percutaneous curved vertebroplasty versus unipedicular approach vertebroplasty for acute osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2023, 48(8): 552-558.
- [20] Liu MX, Xia L, Zhong J, et al. Is it necessary to approach the compressed vertebra bilaterally during the process of PKP? [J]. *J Spinal Cord Med*, 2018, 43(2): 201-205.
- [21] 白露露, 郝定均, 王文涛, 等. 累及椎体中 1/3 的急性骨质疏松性骨折经皮椎体成形术后骨水泥分布与疗效的关系[J]. *骨科*, 2012, 12(2): 110-116.
- [22] Kim T, Park J, Cho J, et al. Quantitative comparison of vertebral structural changes after percutaneous vertebroplasty between unilateral extrapedicular approach and bilateral transpedicular approach using voxel-based morphometry[J]. *Neurospine*, 2023, 20(4): 1287-1302.
- [23] Pehlivanoglu T, Erdag Y, Oltulu I, et al. Unilateral posterior surgery for severe osteoporotic vertebrae fractures' sequelae in geriatric population: minimum 5-year results of 109 patients[J]. *Neurospine*, 2021, 18(2): 319-327.
- [24] Bawa HS, Weick J, Dirschl DR. Anti-osteoporotic therapy after fragility fracture lowers rate of subsequent fracture[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(19): 1555-1562.
- [25] 郝宇鹏, 周英杰, 嵇汉杰, 等. 逆向设计单侧椎弓根入路靶向穿刺椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折的前瞻性研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36(11): 1400-1406.
- [26] Ringer AJ, Bhamidipaty SV. Percutaneous access to the vertebral bodies: a video and fluoroscopic overview of access techniques for trans-, extra-, and infrapedicular approaches [J]. *World Neurosurg*, 2013, 80(3/4): 428-435.
- [27] Wang L, Zhu L, Li J. Whether the unilateral transverse process-pedicle approach has advantages over the traditional transpedicle approach: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Z Orthop Unfall*, 2023, 161(6): 660-670.

(本文编辑:赵丽洁)