

· 临床论著 ·

## 低温与常温灌注椎体成形术治疗 Kümmell 病<sup>△</sup>

冯骁骁<sup>1,2</sup>, 吕南宁<sup>2</sup>, 张浩<sup>2</sup>, 刘昊军<sup>1,2</sup>, 刘明明<sup>2\*</sup>

(1. 蚌埠医学院, 安徽蚌埠 233000; 2. 蚌埠医学院连云港市第二人民医院临床学院, 江苏连云港 222000)

**摘要:** [目的] 比较低温与常温间断灌注经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗 Kümmell 病的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 9 月—2021 年 8 月在本科应用 PVP 治疗的 60 例 Kümmell 病患者的临床资料, 其中 30 例采用低温间断灌注组, 另外 30 例采用常温灌注。比较两组患者的围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 低温组的骨水泥可推注时间显著长于常温组 [(10.5±1.3)mm vs (4.9±1.0)min,  $P<0.05$ ], 且前者骨水泥渗漏率显著低于后者 (6.7% vs 36.7%,  $P<0.05$ ), 两组间手术时间、术中透视次数、骨水泥注射量、下地行走时间、住院时间的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组患者均获随访 (15.0±1.8) 个月, 两组恢复完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。与术前相比, 两组患者出院及末次随访时, VAS、ODI 和 JOA 评分均显著改善 ( $P<0.05$ )。术前两组上述指标的差异均无统计学意义 ( $P<0.05$ ), 在出院时 [VAS (2.0±1.3) vs (2.9±1.3),  $P=0.010$ ; ODI (27.7±3.5) vs (28.1±3.8),  $P=0.022$ ; JOA (22.9±2.0) vs (21.7±1.7),  $P=0.010$ ] 和末次随访时 [VAS (2.1±1.2) vs (2.9±1.4),  $P=0.016$ ; ODI (26.5±2.6) vs (27.7±3.7),  $P=0.034$ ; JOA (22.5±1.5) vs (21.4±1.8),  $P=0.033$ ] 低温组均显著优于常温组。影像方面, 低温组的骨水泥弥散优良率显著高于常温组 (56.7% vs 30.0%,  $P<0.05$ )。与术前相比, 术后即刻及末次随访时, 两组患椎前缘相对高度、局部 Cobb 角均显著改善 ( $P<0.05$ ), 相应时间点, 两组间患椎前缘相对高度与局部 Cobb 角的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] 骨水泥低温间断灌注显著增加骨水泥有效推注时间, 提高骨水泥在椎体中的弥散程度, 降低骨水泥渗漏率。

**关键词:** Kümmell 病, 经皮椎体成形术, 骨水泥, 低温间断灌注, 骨水泥渗漏

**中图分类号:** R681.57      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 11-0980-06

**Low-temperature versus normal-temperature bone cement perfusion in percutaneous vertebroplasty for Kümmell's disease // FENG Xiao-xiao<sup>1,2</sup>, LV Nan-ning<sup>2</sup>, ZHANG Hao<sup>2</sup>, LIU Hao-jun<sup>1,2</sup>, LIU Ming-ming<sup>2</sup>. 1. Bengbu Medical College, Bengbu 233000, China; 2. The Second People's Hospital of Lianyungang City, Clinical College, Bengbu Medical College, Lianyungang 222000, China**

**Abstract: [Objective]** To compare the clinical efficacy of low-temperature (LT) versus normal-temperature (NT) bone cement perfusion in percutaneous vertebroplasty (PVP) for Kümmell's disease. **[Methods]** A retrospective study was done on 60 patients who underwent PVP for Kümmell's disease in our department from September 2018 to August 2021. Of them, 30 patients received LT intermittent perfusion of bone cement, while the remaining 30 patients had PVP performed with bone cement injection under NT. The perioperative period, follow-up and imaging data of the two groups were compared. **[Results]** All the patients in both groups had PVP performed smoothly. The LT group got significantly longer injectable time of bone cement than the NT group [(10.5±1.3)mm vs (4.9±1.0)min,  $P<0.05$ ], while the former had significantly lower leakage rate of bone cement than the latter (6.7% vs 36.7%,  $P<0.05$ ), nevertheless there were no significant differences in operation time, intraoperative fluoroscopy times, bone cement injection amount, postoperative walking time and hospital stay between the two groups ( $P>0.05$ ). All of them in both groups were followed up for (15.0±1.8) months on a mean, and there was no significant difference in the time to return to full weight-bearing activities between the two groups ( $P>0.05$ ). Compared with those preoperatively, the VAS, ODI and JOA scores significantly improved in both groups at discharge and the latest follow-up ( $P<0.05$ ). Although there was no significant difference in the abovesaid scores between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ), the LT group proved significantly superior to the NT group at discharge [VAS (2.0±1.3) vs (2.9±1.3),  $P=0.010$ ; ODI (27.7±3.5) vs (28.1±3.8),  $P=0.022$ ; JOA (22.9±2.0) vs (21.7±1.7),  $P=0.010$ ] and at the latest follow-up [VAS (2.1±1.2) vs (2.9±1.4),  $P=0.016$ ; ODI (26.5±2.6) vs (27.7±3.7),  $P=0.034$ ; JOA (22.5±1.5) vs (21.4±1.8),  $P=0.033$ ]. Radiographi-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.11.04

**△基金项目:**江苏省重点研发计划社会发展面上项目(编号:BE2021679);连云港市第六期“521 高层次人才培养工程”科研项目(编号:LYG06521202159);连云港市第二人民医院医疗技术创新基金[连二医 2020[169 号]](编号:202004)

**作者简介:**冯骁骁,骨科学在读研究生,研究方向:脊柱外科,(电话)18055086835,(电子信箱)fx20202021@163.com

**\*通信作者:**刘明明,(电话)18021360606,(电子信箱)drliumingming@163.com

cally, the LT group was significantly superior to the NT group in term of satisfactory ratio of bone cement diffusion (56.7% vs 30.0%,  $P < 0.05$ ). Compared with those preoperatively, the relative anterior vertebral height and local Cobb angle in both groups significantly improved immediately after surgery and at the latest follow-up ( $P < 0.05$ ), whereas which proved not significantly different between the two groups at any time points accordingly ( $P > 0.05$ ). [Conclusion] Intermittent perfusion of bone cement at low temperature does significantly increase the effective injection time of bone cement, improve the diffusion extent of bone cement in vertebral body, and reduce the risk of bone cement leakage.

**Key words:** Kümmell's disease, percutaneous vertebroplasty, bone cement, intermittent perfusion at low temperature, bone cement leakage

Kümmell 病是指在无明显诱因或受到轻微外伤后, 经过一段或长或短的无症状期后, 继而出现腰背疼痛以及脊柱后凸畸形, 严重者可有神经症状, 其主要特点是病椎塌陷和存在真空裂隙征 (intravertebral cleft, IVC) [1], 随着我国社会老龄化的到来, Kümmell 病的发病率逐渐增高, 发生率在骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral body compression fracture, OVCF) 中为 7%~37% [2], 严重威胁人类健康。Kümmell 病的保守治疗效果很差, 经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗 I 期、II 期 Kümmell 病能有效缓解患者胸腰背部疼痛、恢复椎体高度、提高患者生活质量 [3], 但是 Kümmell 病与 OVCF 不同是其病椎内存在 IVC, 在行 PVP 治疗时更易发生骨水泥渗漏 [4], 这为手术操作增加了难度。既往有学者采用低温灌注技术来预防骨水泥的渗漏, 显著延长了骨水泥有效注射时间, 降低了骨水泥渗漏率, 但在 Kümmell 病的临床应用研究很少 [5, 6]。本研究探讨在 PVP 术中应用骨水泥低温间断灌注技术治疗 Kümmell 病的临床疗效, 为用 PVP 治疗 Kümmell 病的提供新思路。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 病史 >1 个月, 年龄 >60 岁; (2) 有轻度外伤史或无外伤史、伤后无明显疼痛, 而后疼痛逐渐加重; (3) 术前 X 线片、CT 和 MRI 检查, 显示有 IVC 表现且为 I 或 II 型 Kümmell 病 (图 1a, 1b); (4) 单一椎体骨折; (5) 临床资料和随访资料完整。

排除标准: (1) 严重的心肺功能障碍等不能耐受 PVP 手术者; (2) 非骨质疏松症患者; (3) III 型 Kümmell 病患者; (4) 感染或椎体肿瘤。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 9 月—2021 年 8 月在连云港

市第二人民医院脊柱外科应用 PVP 治疗的 Kümmell 病患者的临床资料, 共 60 例符合上述标准, 纳入本研究。依据医患沟通结果, 其中 30 例采用低温骨水泥 PVP, 另外 30 例采用常温骨水泥 PVP。两组患者术前一般资料见表 1, 两组在年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、分期、病程和部位的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。本研究已获得医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	低温组 (n=30)	常温组 (n=30)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	75.4±9.2	74.8±8.7	0.796
性别 (例, 男/女)	10/20	6/24	0.213
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	21.9±1.4	22.2±1.1	0.482
分期 (例, I/II)	9/21	12/18	0.417
病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )	2.0±2.0	2.2±1.9	0.678
部位 (例, 胸椎/腰椎)	18/12	12/18	0.121

### 1.3 手术方法

两组患者均采用俯卧位, 先行体位复位。局部麻醉后, 在 C 形臂 X 线机透视引导下经双侧椎弓根外上缘穿刺, 正位像进入伤椎椎体的中线处 (图 1c), 侧位像穿刺针尖位于椎体前 1/3 (图 1d)。

低温组: 当骨水泥处于拉丝期后期较黏稠时, 将 1 支推杆内的骨水泥采用缓慢、低压、间断的方式灌注到责任椎体内, 并将剩余推杆内的骨水泥浸入 0℃ 无菌冰盐水中, 一旦监测到骨水泥有渗漏趋势时, 立即停止灌注, 并将推杆拔出体外, 暂停 1~2 min (图 1e)。由于体内温度较高 (37℃), 骨水泥凝固较快, 可将破损处封堵, 避免了后续渗漏的可能, 而体外推杆内的骨水泥在低温控制下, 凝固较慢, 仍处于可注射阶段。再继续灌注, 直至填充满意为止 (图 1f)。注射结束后, 拔针, 伤口各缝合 1 针。

常温组: 在常温下, 采用传统的骨水泥灌注方法, 当骨水泥处于拉丝期后期, 将骨水泥缓慢注射到患椎, 完成患椎灌注, 术中注意透视, 一旦监测到骨

水泥明显渗漏，则停止注射。注射结束后，拔针，伤口各缝合 1 针。

#### 1.4 评价指标

记录两组围手术期资料，包括骨水泥可推注时间，即从开始灌注到所有骨水泥至团块期晚期不可推注的时间；手术时间，即从消毒铺单开始计时到最终正侧位透视结束；以及术中透视次数、骨水泥注射量、骨水泥渗漏率、下地行走时间、住院时间。采用完全负重活动时间、VAS 评分、ODI 评分和 JOA 评分评价临床效果。行影像检查，评估骨水泥弥散程度，将正位和侧位 X 线片上责任椎体分别分为 12 小

格，当正位和侧位 X 线片上骨水泥分布同时达到 9 小格时，认为骨水泥弥散程度好，不能同时达到 9 小格时，认为骨水泥弥散不良（图 1g, 1h）；测量局部后凸 Cobb 角和患椎前缘相对高度。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  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  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义

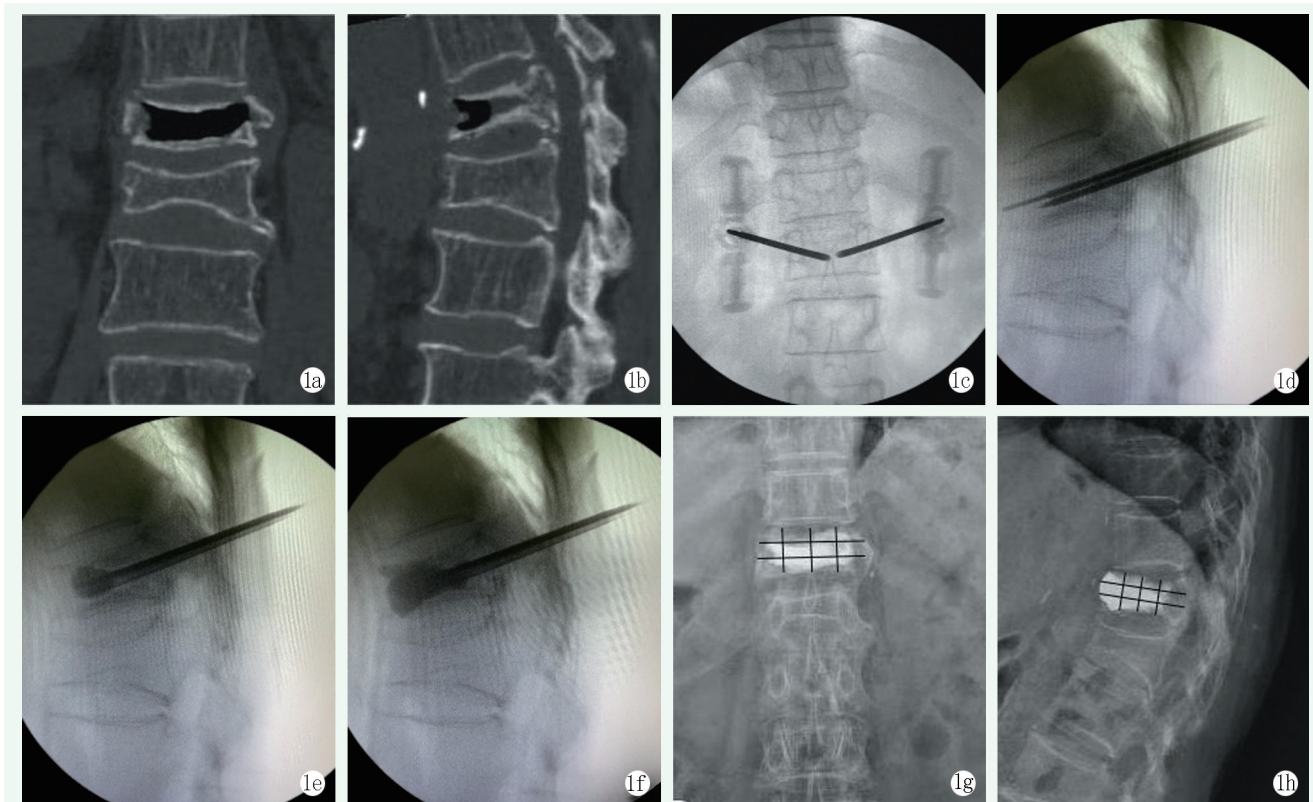


图 1 患者，女，70 岁，T<sub>12</sub>椎体 Kümmell 病，应用低温骨水泥间断灌注 PVP 治疗 1a, 1b: 术前冠状位、矢状位 CT 示 T<sub>12</sub>椎体明显压缩、椎体内存在 IVC 且骨皮质不连续 1c: 术中正位透视经双侧椎弓根外上缘穿刺，进入伤椎椎体的中线处 1d: 侧位透视使穿刺针尖位于椎体前 1/3，术中用克氏针探查，证实穿刺针位于 IVC 中 1e: 当骨水泥进入拉丝期后期，以缓慢、低压、间断的方式向 T<sub>12</sub>椎体灌注水泥 1f: 暂停 1 min，使体内骨水泥先凝固，继续向患椎灌注骨水泥，直至分布满意为止 1g, 1h: 末次随访时 X 线片显示骨水泥无明显渗漏，骨水泥弥散均达到 9 小格

## 2 结果

### 2.1 围手术期资料

两组患者均顺利完成手术，均未出现骨水泥过敏反应、肺栓塞、神经根及脊髓损伤等并发症。两组围手术期资料见表 2。低温组的骨水泥可推注时间显著长于常温组 ( $P < 0.05$ )，低温组骨水泥渗漏率显著低于常温组 ( $P < 0.05$ )，两组间手术时间、术中透视次

数、骨水泥注射量、下地行走时间、住院时间的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 2.2 随访结果

两组患者均获随访，随访时间 12~19 个月，平均 (15.0±1.8) 个月，随访过程中，低温组无翻修手术者；常温组有 1 例患者术后 7 个月出现邻椎骨折，再次行 PVP 治疗后，症状缓解。两组随访结果见表 3，两组完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，与术前相比，两组患者出院及末次随访时，

VAS 和 ODI 评分均显著减少 ( $P<0.05$ ), JOA 评分显著增加 ( $P<0.05$ )。两组术前上述指标的差异均无统计学意义 ( $P<0.05$ ), 在出院时和末次随访时, 低温组 VAS 评分、ODI 评分均显著低于常温组 ( $P<0.05$ ), 而 JOA 评分显著高于常温组 ( $P<0.05$ )。

### 2.3 影像评估

两组患者影响评估结果见表 4。低温组的骨水泥弥散优良率显著高于常温组 ( $P<0.05$ )。与术前相比, 术后即刻及末次随访时, 两组患椎前缘相对高度、局部 Cobb 角均显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组间患椎前缘相对高度与局部 Cobb 角的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	低温组 (n=30)	常温组 (n=30)	P 值
骨水泥可推注时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	10.5±1.3	4.9±1.0	<0.001
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	35.2±9.1	35.5±10.3	0.894
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	49.5±8.7	50.3±8.9	0.751
骨水泥注入量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	5.7±1.6	5.1±1.3	0.143
骨水泥渗漏率 [例 (%)]	2 (6.7)	11 (36.7)	0.005
下地行走时间 (h, $\bar{x} \pm s$ )	21.3±2.3	21.8±2.5	0.386
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	3.2±1.4	3.4±1.4	0.451

表 3 两组患者随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	时间点	低温组 (n=30)	常温组 (n=30)	P 值
完全负重活动时间 (月)		3.1±0.2	3.2±0.2	0.121
VAS 评分 (分)	术前	6.9±1.3	7.0±1.3	0.845
	出院时	2.0±1.3	2.9±1.3	0.010
	末次随访	2.1±1.2	2.9±1.4	0.016
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	72.1±4.2	72.4±3.9	0.798
	出院时	27.7±3.5	28.1±3.8	0.022
	末次随访	26.5±2.6	27.7±3.7	0.034
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	13.3±2.6	12.8±2.1	0.388
	出院时	22.9±2.0	21.7±1.7	0.010
	末次随访	22.5±1.5	21.4±1.8	0.033
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	时间点	低温组 (n=30)	常温组 (n=30)	P 值
骨水泥分布 (例, 优/差)		17/13	9/21	0.037
椎体前缘相对高度 (% , $\bar{x} \pm s$ )	术前	70.1±16.5	73.1±15.6	0.472
	术后即刻	84.2±12.6	83.4±13.7	0.806
	末次随访	83.4±11.5	82.5±13.6	0.761
	P 值	<0.001	0.011	
局部后凸角 Cobb 角 (° , $\bar{x} \pm s$ )	术前	14.3±5.9	13.4±6.5	0.591
	术后即刻	9.3±4.9	8.82±5.0	0.740
	末次随访	9.3±4.6	9.0±4.9	0.710
	P 值	<0.001	<0.001	

## 3 讨论

大多数学者认为 Kümmell 病是在骨质疏松症的基础上, 由椎体缺血导致骨坏死所引起的<sup>[7, 8]</sup>。早期

采取手术干预, 可以提高生活质量、降低致残率。Li 等<sup>[9]</sup>将 Kümmell 病分为 3 期, 对于 I、II 期的 Kümmell 病, 多采用 PVP 或经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP)。PVP 无需球囊扩张操作, 具有 X 线暴露时间少、手术时间短、操作简

单等优势，但更容易发生骨水泥渗漏<sup>[10, 11]</sup>。而III期Kümmell病最好采用开放手术治疗<sup>[12]</sup>。骨水泥渗漏是PVP治疗Kümmell病的最主要风险，其渗漏率甚至高达75%<sup>[13]</sup>，因此，在PVP治疗Kümmell病中，如何预防骨水泥渗漏，是手术成功的重要因素。

Kümmell病PVP发生骨水泥渗漏的相关因素有以下5点<sup>[13-15]</sup>：(1)病变椎体终版、前壁和后壁常不完整；(2)骨水泥持续灌注过程中，椎体中心压力过大，骨水泥通过薄弱区发生渗漏；(3)骨水泥灌注量过多则增加了骨水泥渗漏风险；(4)骨水泥黏稠度，需要采用合适的黏度，使骨水泥弥散良好的同时又不容易发生渗漏；(5)注射速度：灌注速度越快，骨水泥的流速越快，更容易出现骨水泥渗漏。既往有文献报道，采用明胶海绵预封堵技术<sup>[16]</sup>、分次灌注技术<sup>[17]</sup>、骨填充网袋灌注技术<sup>[18]</sup>均降低了骨水泥渗漏的发生。但明胶海绵预封堵技术，需要将明胶海绵经工作通道预先放置于椎体破损处，操作繁杂；而分次灌注技术需多次调配骨水泥，增加术中透视次数和患者住院费用；骨填充网袋灌注技术具有操作复杂、手术时间长等缺点。PMMA骨水泥随聚合反应时间的增加黏稠度逐渐增高，且聚合反应时周围环境温度越低则反应速度越慢<sup>[19]</sup>。本研究通过降低聚合反应时周围环境温度有效延长反应的聚合时间，低温组的骨水泥可灌注时间显著长于常温组，低温组骨水泥渗漏率显著低于常温组。其原因：(1)低温组在低温的控制下显著延长骨水泥在拉丝期后期、团块期早期的时间，骨水泥既能很好地弥散又不容易渗漏。术者有更多的时间以缓慢、低压、间断的方式向患椎灌注骨水泥；(2)由于骨水泥可灌注时间的延长，当骨水泥出现渗漏倾向时，可停止灌注1~2 min，由于体内温度(37℃)与体外温度(0℃)形成温度差，椎体内的骨水泥会先行凝固，并将缝隙填塞，形成一道“墙壁”封堵破损处，而体外的骨水泥仍在低温控制下，处于可推注状态，裂隙封堵之后，再继续灌注直至填充满意，从而降低骨水泥的渗漏率。

骨水泥灌注不足将不能恢复患椎的刚度及强度，甚至发生再次骨折<sup>[20]</sup>；但灌注过多，增加了骨水泥渗漏风险<sup>[21]</sup>。骨水泥在患椎内弥散不均，会导致患椎被不均匀强化，相邻椎体之间的压力梯度差明显，导致相邻椎体骨折风险增加<sup>[22]</sup>。骨水泥在患椎的弥散越充分，则骨折端固化范围越大、患椎强化效果越好、更接近椎体的弹性模量，可更好地避免骨折端微动所产生的痛觉刺激，越不容易引起邻椎的再骨折<sup>[23]</sup>。多数学者认为骨水泥弥散比灌注量更能预测

术后疗效，广泛的骨水泥弥散可以显著提高优良率<sup>[22-23]</sup>。用4~6 ml的骨水泥治疗单胸腰椎OVCF，术中无需刻意增加骨水泥的注入量<sup>[24]</sup>。但是Kümmell病患椎内存在IVC，骨水泥需填满整个真空裂隙才能有效稳定椎体，其骨水泥注射量有较大的波动性，要遵循个体化的原则，切忌一概而论。本研究发现两组间骨水泥灌注量比较差异无统计学意义，低温组的骨水泥弥散优良率高于常温组，低温组出院时和末次随访时VAS评分、ODI评分和JOA评分均显著优于常温组，这与其他学者观点相似<sup>[22-24]</sup>。Kümmell病的裂隙内壁有纤维软骨膜和周边骨质硬化，骨水泥很难弥散到周围的松质骨<sup>[25]</sup>，为了达到满意的骨水泥弥散并预防骨水泥渗漏，常温灌注技术常需要二次或者多次调配骨水泥，而采用低温间断灌注技术显著延长骨水泥有效注射时间，使术者有充足的时间把控骨水泥灌注时的速度、压力、灌注量，骨水泥弥散及渗漏等情况，使骨水泥在椎体内达到满意的弥散，降低手术潜在风险，获得更好的疗效，提高患者生存质量。

常温组中，当骨水泥弥散不佳时，术者往往需要调整穿刺针针头斜面的方向，再向患椎灌注骨水泥，以期增加骨水泥弥散，增加了手术总时间。而在低温组中，当骨水泥处于拉丝期后期，再将其向患椎内灌注，同时将剩余的骨水泥放入冰盐水中浸泡，仅延长了骨水泥的可灌注时间(拉丝期后期、团块期早期)，这样不仅骨水泥黏稠度合适，减少了骨水泥渗漏概率，并不会显著增加手术总时间。故两组手术总时间无明显差异。

综上所述，在PVP治疗Kümmell病中应用低温间断灌注技术可以获得更好的临床疗效，在不增加手术时间、术中透视次数的同时显著延长了骨水泥可推注时间，降低了骨水泥的渗漏、提高骨水泥的弥散，提高了手术的安全性与有效性。并且无需特殊技术或工具、安全、简便、经济、易行。但是，本研究存在一定的局限性，样本量相对较小，因此需要多中心、大样本量的前瞻性研究来进一步验证我们的结论。

#### 参考文献

- [1] Hlangovan G, Da N, Murugadass N, et al. Back pain due to Kümmell's disease [J]. *Cureus*, 2021, 13 (9): e18355.
- [2] Adamska O, Modzelewski K, Stolarczyk A, et al. Is Kümmell's disease a misdiagnosed and/or an underreported complication of osteoporotic vertebral compression fractures? A pattern of the condition and available treatment modalities [J]. *J Clin Med*, 2021, 10 (12):

- 2584.
- [3] 王小刚, 杨彬, 王亚寒, 等. 单侧穿刺椎体成形术治疗 Kummell 病的疗效观察 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (1): 86-88.
- [4] 汪文龙, 吴四军, 薛涛, 等. 椎体成形术治疗伴椎体裂隙征骨质疏松性椎体压缩骨折和 Kummell 病的疗效分析 [J]. 中国骨与关节杂志, 2019, 8 (10): 748-755.
- [5] Lai PL, Tai CL, Chu IM, et al. Hypothermic manipulation of bone cement can extend the handling time during vertebroplasty [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2012, 13 (1): 198.
- [6] 张洋, 龙浩, 邹伟, 等. 低温骨水泥灌注技术在经皮椎体成形术中的应用 [J]. 创伤外科杂志, 2018, 20 (8): 575-578.
- [7] Kim YC, Kim YH, Ha KY. Pathomechanism of intravertebral clefts in osteoporotic compression fractures of the spine [J]. Spine J, 2014, 14 (4): 659-666.
- [8] Zhong C, Min G, Liu XW, et al. Percutaneous vertebroplasty using a rotary cutter for treating Kummell's disease with intravertebral vacuum cleft [J]. Pain Physician, 2021, 24 (4): e477-e482.
- [9] Li KC, Li FY, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kummell's disease with cord compression [J]. Eur Spine J, 2007, 16 (9): 1479-1487.
- [10] 郝晨, 关海山. 两种手术方式治疗 IIIa 期 Kummell 病的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (11): 892-897.
- [11] Chang JZ, Bei MJ, Shu DP, et al. Comparison of the clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty vs. kyphoplasty for the treatment of osteoporotic Kummell's disease: a prospective cohort study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21 (1): 238.
- [12] Huang YS, Ge CY, Feng H, et al. Bone cement-augmented short-segment pedicle screw fixation for Kummell disease with spinal canal stenosis [J]. Med Sci Monit, 2018, 24: 928-935.
- [13] 唐本强, 陈学明, 崔利宾, 等. Kummell 病经皮椎体成形术骨水泥渗漏的危险因素分析 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40 (23): 1592-1600.
- [14] Zhang K, She J, Zhu Y, et al. Risk factors of postoperative bone cement leakage on osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective study [J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16 (1): 183.
- [15] Xiao YP, Bei MJ, Yan CQ, et al. Analysis of the effect of percutaneous vertebroplasty in the treatment of thoracolumbar Kummell's disease with or without bone cement leakage [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22 (1): 10.
- [16] 赵敏, 何承建. 经皮椎体成形术中应用明胶海绵预防骨水泥渗漏 25 例 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2019, 27 (8): 65-67.
- [17] Zhang X, Li YC, Liu HP, et al. Treatment of Kummell's disease with sequential infusion of bone cement: a retrospective study [J]. World J Clin Cases, 2020, 8 (23): 5887-5893.
- [18] 薛海鹏, 吴燕, 徐展望, 等. 骨填充囊袋结合体位复位治疗老年 Kummell 病 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (3): 271-274.
- [19] Lepoutre N, Meylheuc L, Bara GI, et al. Bone cement modeling for percutaneous vertebroplasty [J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2019, 107 (5): 1504-1515.
- [20] Ma YH, Tian ZS, Liu HC, et al. Predictive risk factors for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a meta-analysis [J]. World J Clin Cases, 2021, 9 (12): 2778-2790.
- [21] Hu L, Sun H, Wang H, et al. Cement injection and postoperative vertebral fractures during vertebroplasty [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14 (1): 228.
- [22] Mo L, Wu Z, Liang D, et al. Influence of bone cement distribution on outcomes following percutaneous vertebroplasty: a retrospective matched-cohort study [J]. J Int Med Res, 2021, 49 (7): 30006052-11022287.
- [23] 沈松, 徐彬. 经皮椎体成形骨水泥呈弥散型分布可减少邻近椎体再骨折的发生率 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26 (4): 499-503.
- [24] Sun HB, Jing XS, Liu YZ, et al. 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-e688.
- [25] Yu W, Liang D, Jiang X, et al. Efficacy and safety of the target puncture technique for treatment of osteoporotic vertebral compression fractures with intravertebral clefts [J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9 (11): 1113-1117.

(收稿:2022-09-09 修回:2023-01-30)

(同行评议专家: 黄 勇 付存磊 华 臻 马 勇)

(本文编辑: 郭秀婷)