

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.16.022

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240528.1107.006\(2024-05-29\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240528.1107.006(2024-05-29))

3 种术式治疗无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病的临床疗效比较

孟旭东¹, 钟炯彪^{1△}, 董超², 许胤¹, 李佳福¹

(1. 湖南师范大学附属岳阳医院/岳阳市人民医院骨科, 湖南岳阳 414000;

2. 岳阳县人民医院骨科, 湖南岳阳 414100)

[摘要] **目的** 比较 3 种术式治疗无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病的临床疗效。**方法** 选取 2019 年 9 月至 2022 年 4 月湖南师范大学附属岳阳医院骨科收治的 69 例无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病患者。按手术方式分为 3 组:椎体成形术(PVP)组(A 组)29 例,经皮椎弓根螺钉联合病椎 PVP 组(B 组)19 例,经皮骨水泥强化椎弓根螺钉联合病椎 PVP 组(C 组)21 例,比较 3 组患者影像学、围手术期和随访指标。**结果** 所有患者均顺利完成手术,术后未发生严重并发症,随访时间>1 年。A 组患者术后各时间点(术后 1 个月、3 个月、1 年)病椎矢状位指数(SI 值)、视觉模拟评分法(VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数问卷表(ODI)评分较术前有改善($P<0.05$);B、C 组患者术后各时间点病椎 SI 值、后凸 Cobb 角、椎管狭窄率、VAS 评分、ODI 评分较术前均有改善($P<0.05$);B、C 组患者术后各时间点病椎 SI 值、后凸 Cobb 角、椎管狭窄率、VAS 评分、ODI 评分及均优于 A 组($P<0.05$),而 C 组患者术后 1 年病椎 SI 值、后凸 Cobb 角及椎管狭窄率优于 B 组($P<0.05$);A 组患者在手术时间、术中出血量、术后住院时间及病椎骨水泥注入量方面均明显少于 B、C 组($P<0.05$);B 组患者手术时间短于 C 组($P<0.05$)。**结论** 3 种术式治疗无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病均能缓解症状及恢复功能,经椎弓根螺钉复位的两种术式相对于单纯 PVP 能更加有效恢复病椎高度、矫正后凸畸形及改善椎管狭窄,而椎弓根螺钉经骨水泥强化后在维持力学支撑及稳定性方面更有优势。

[关键词] Kümmell 病;椎体成形术;经皮椎弓根螺钉;骨水泥强化

[中图法分类号] R687.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)16-2512-08

Comparison of clinical efficacies among three surgical methods in treating stage Ⅲ Kümmell disease without neurological symptoms

MENG Xudong¹, ZHONG Jiongbiao^{1△}, DONG Chao², XU Yin¹, LI Jiafu¹

(1. Department of Orthopedics, Affiliated Yueyang Hospital, Hunan Normal University/Yueyang Municipal People's Hospital, Yueyang, Hunan 414000, China; 2. Department of Orthopedics, Yueyang County People's Hospital, Hunan, Yueyang 414100, China)

[Abstract] **Objective** To compare the clinical efficacies among three surgical methods in the treatment of stage Ⅲ Kümmell's disease without neurological symptoms. **Methods** A total of 71 patients with stage Ⅲ Kümmell's disease without neurological symptoms admitted and treated in the orthopedics department of Affiliated Yueyang Hospital of Hunan Normal University from September 2019 to April 2022 were selected and divided into three groups: 29 cases in the percutaneous vertebroplasty (PVP) group (group A), 19 cases in the percutaneous pedicle screw+lesioned vertebral PVP group (group B) and 21 cases in the percutaneous bone cement screw combined with lesioned vertebral PVP group (group C) according to the operation methods. The imaging, perioperative and follow-up indexes were compared among the three groups. **Results** All patients successfully completed the operation, no serious complications occurred after operation, and the follow-up time was more than 1 year. The sagittal position index (SI value) in the affected vertebra, visual analogue scale (VAS) score and Oswestry Disability Index (ODI) score at each time point (postoperative 1, 3 months, 1 year) after surgery in the group A were improved compared with before operation ($P<0.05$). The affected vertebra SI value, kyphosis Cobb angle, spinal canal stenosis rate, VAS score and ODI score at postoperative time points in the group B and C were improved compared with before operation ($P<0.05$). The affected vertebra SI value, kyphosis Cobb angle, spinal canal stenosis rate and ODI score at postoperative time points in the group B and C all were superior to those in the group A ($P<0.05$), while the affected vertebra SI value, kyphosis Cobb angle and spinal canal stenosis rate in postoperative 1 year in the group C were superior to

△ 通信作者, E-mail: zhongjiongbiao@126.com。

those in the group B ($P<0.05$). The operative time, intraoperative bleeding volume, postoperative hospitalization duration and affected vertebral cement injection volume in the group A were significantly less than those in the group B and C ($P<0.05$). The operation time in the group B was less than that in the group C ($P<0.05$). **Conclusion** The three surgical methods for the treatment of stage Ⅲ Kümmell's disease without neurological symptoms all could relieve the symptoms and restore the function. The two surgical methods of pedicle screw reduction could more effectively restore the height of the affected vertebra, correct kyphosis malformation and improve spinal stenosis than PVP alone. The pedicle screw has more advantages in maintaining mechanical support and stability after bone cement reinforcement.

[Key words] Kümmell disease; percutaneous vertebroplasty; percutaneous pedicle screw; cement intensification

随着人口老龄化的加剧及诊疗水平的提升, Kümmell 病越来越常见。患者由于病椎椎体塌陷, 椎体内存在骨缺血坏死及骨不愈合, 因此临床表现为顽固性腰背部疼痛, 病情进展可出现脊柱后凸畸形及下肢神经症状^[1-2], 严重影响患者的日常生活。对于 Kümmell 病, LI 等^[3]根据 MRI 图像作了如下分期: I 期, 椎体塌陷高度 $\leq 20\%$, 无邻近椎间盘退行性改变; II 期, 椎体塌陷高度 $>20\%$, 常出现邻近椎间盘退行性改变; III 期, 椎体后方皮质破裂伴脊髓压迫, 无论其有无神经症状。Kümmell 病保守治疗效果通常不佳, 手术治疗能缓解疼痛, 促进患者早期下床活动并提高生存质量^[4]。然而 III 期 Kümmell 病因其特殊的病理变化及临床表现, 手术方式选择存在较大分歧, 其中针对无神经症状型 III 期 Kümmell 病的报道更少。本研究旨在比较 3 种微创手术方式治疗无神经

症状 III 期 Kümmell 病患者的临床疗效, 为该型 Kümmell 病的治疗方式选择提供参考, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2019 年 9 月至 2022 年 4 月湖南师范大学附属岳阳医院骨科收治的 69 例单节段无神经症状 III 期 Kümmell 病患者, 其中男 23 例、女 46 例, 年龄 67~86 岁。按照手术方式将其分为病椎椎体成形术 (PVP) 组 (A 组)、经皮椎弓根螺钉联合病椎 PVP 组 (B 组) 和经皮骨水泥强化椎弓根螺钉联合病椎 PVP 组 (C 组), 其中 A 组 29 例、B 组 19 例、C 组 21 例。3 组患者在性别、年龄、骨密度及损伤节段方面比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 1。本研究经湖南师范大学附属岳阳医院伦理学委员会审核批准 (审批号: 2024-S002)。

表 1 3 组患者一般资料比较

项目	A 组 ($n=29$)	B 组 ($n=19$)	C 组 ($n=21$)	χ^2/F	P
男/女 (n/n)	10/19	6/13	7/14	0.044	0.978
年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	76.4 $\pm$ 4.8	77.5 $\pm$ 4.1	78.7 $\pm$ 4.0	2.083	0.131
骨密度 ($\bar{x}\pm s$, SD)	-3.4 $\pm$ 0.4	-3.3 $\pm$ 0.4	-3.5 $\pm$ 0.4	0.860	0.427
损伤节段 ($T_7\sim T_{10}/T_{11}\sim L_2/L_3\sim L_5$, $n/n/n$)	4/19/6	4/12/3	2/15/4	0.880	0.913

T: 胸椎; L: 腰椎。

1.2 方法

A 组行病椎 PVP 术: 俯卧位, 术区消毒铺巾, 2% 利多卡因局部麻醉, C 臂体表定位病椎水平, 穿刺针 (山东冠龙医疗用品有限公司) 行经皮单侧病椎椎弓根穿刺, 使穿刺针最终位于正位 X 线片近椎体中线, 侧位位于中前 1/3。确认穿刺位置满意后, 调制骨水泥 PMMA (德国贺利氏 OSTEOPAL® V), 于拉丝期将骨水泥缓慢注入椎体裂隙。观察骨水泥弥散情况, 填充满意后拔出穿刺针。

B 组行经皮椎弓根螺钉联合病椎 PVP 术: 全身麻醉, 俯卧位, 术区消毒铺巾。C 臂定位病椎上下椎体双侧椎弓根, 穿刺针 (天津正天医疗器械有限公司) 经皮椎弓根穿刺, 位置满意后取出针芯并插入导丝, 纵行切开皮肤约 2 cm, 扩张管逐级扩张, 随后在导丝的引导下置入椎弓根螺钉 (天津正天医疗器械有限公司 MIS Plus 空心微创椎弓根螺钉 JJX-IX)。螺钉位置

满意后, 选取合适长度连接棒, 预弯, 连接螺钉并拧紧螺帽固定, 通过连接棒的弧度锁定螺钉以复位病椎。病椎复位后, 采用 A 组同样的病椎 PVP 术, 经单侧椎弓根穿刺向病椎内注入骨水泥 PMMA 强化。最后拔除穿刺针, 折去螺钉尾翼, 清洗切口缝合。

C 组行经皮骨水泥强化椎弓根螺钉联合病椎 PVP 术: 全身麻醉, 俯卧位, 术区消毒铺巾。同 B 组方法于病椎上下椎体行双侧经皮椎弓根螺钉置入。螺钉位置满意后, 在 C 臂透视引导下, 使用骨水泥注入器及推杆, 将调制好的骨水泥 PMMA 沿椎弓根螺钉尾端注入, 使其沿螺钉前端的中空出口及侧孔弥散至螺钉周围, 透视见骨水泥弥散满意后, 等待骨水泥凝固, 将预弯好的合适长度连接棒连接螺钉, 拧紧螺帽固定, 通过连接棒的弧度锁定螺钉以复位病椎。病椎复位后, 采用 A 组同样的病椎 PVP 术, 经单侧椎弓根穿刺向病椎内注入骨水泥 PMMA 强化。最后拔除穿

刺针,折去螺钉尾翼,清洗切口缝合。

1.3 评价指标

(1)记录 3 组患者术前、术后 1 个月、术后 3 个月、术后 1 年病椎矢状位指数(SI 值:病椎前缘高度/病椎后缘高度×100%)、后凸 Cobb 角(病椎上位椎体上终板线垂线与病椎下位椎体下终板线垂线的夹角)、椎管狭窄率[(1-病椎椎管最狭窄处椎管面积/病椎相邻椎管面积平均值)×100%]及 B、C 两组内固定衰败情况。(2)记录 3 组患者手术时间、术中出血量、术后住院时间、病椎骨水泥注入量及术后并发症(切口感染、深静脉血栓、肺栓塞、骨水泥渗漏)发生情况。(3)记录 3 组患者术前、术后 1 个月、术后 3 个月、术后 1 年视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数问卷表(oswestry disability index, ODI)评分。应用 Digimizer(比利时 MedCalc 软件有限公司)软件进行测量。

1.4 统计学处理

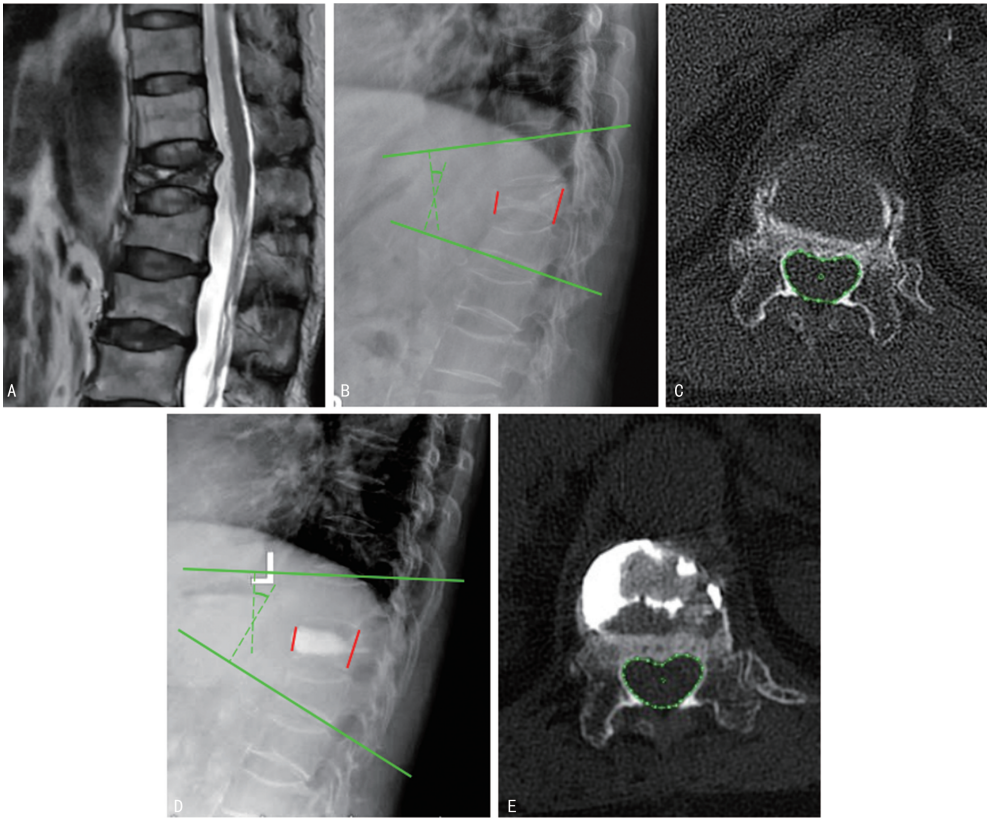
采用 SPSS26.0 软件分析数据,计量资料用 $\bar{x} \pm s$

表示,组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法,组内比较采用重复测量方差分析;计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 影像学指标评估结果

3 组患者术前病椎 SI 值、后凸 Cobb 角及椎管狭窄率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。A 组患者术后各时间点(术后 1 个月、术后 3 个月、术后 1 年)病椎 SI 值较术前改善($P < 0.05$),后凸 Cobb 角及椎管狭窄率较术前无明显改善($P > 0.05$);B、C 两组患者术后各时间点病椎 SI 值、后凸 Cobb 角及椎管狭窄率较术前均有明显改善($P < 0.05$);B、C 组患者术后各时间点病椎 SI 值、后凸 Cobb 角及椎管狭窄率与 A 组比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。术后 1、3 个月 B、C 组间病椎 SI 值、后凸 Cobb 角及椎管狭窄率比较差异无统计学意义($P > 0.05$),但在术后 1 年差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。典型病例见图 1~3。



患者女,76 岁,第 12 胸椎椎体Ⅲ期 Kümmell 病,无下肢神经症状,行病椎 PVP 术治疗;A:术前 MRI 矢状位 T2WI 示第 12 胸椎椎体压缩椎体内裂隙改变,后凸畸形并伴有椎管狭窄;B:术前侧位 X 线片示第 12 胸椎椎体压缩并后凸畸形,后凸 Cobb 角为 26.1°,SI 值为 44.5%;C:术前 CT 横断位示病椎内裂隙征形成,后壁破裂进入椎管,椎弓根水平椎管面积为 175.6 mm²;D:术后 1 个月侧位 X 线片示椎体内骨水泥弥散良好,椎体高度部分恢复,后凸畸形无明显恢复,后凸 Cobb 角为 25.8°,SI 值矫正为 57.8%;E:术后 1 个月 CT 横断位示椎弓根水平椎管面积为 178.6 mm²,狭窄程度较术前无明显改善。

图 1 典型病例 1 影像图

表 2 3 组患者不同时间点影像学指标比较($\bar{x} \pm s$)

项目	A 组 (n=29)	B 组 (n=19)	C 组 (n=21)	F	P
SI 值(%)					
术前	37.9±3.4	38.8±3.2	38.1±2.6	0.795	0.161
术后 1 个月	50.1±4.1 ^a	92.5±2.8 ^{ad}	94.4±2.6 ^{ad}	1 776.839	<0.001

续表 2 3 组患者不同时间点影像学指标比较($\bar{x} \pm s$)

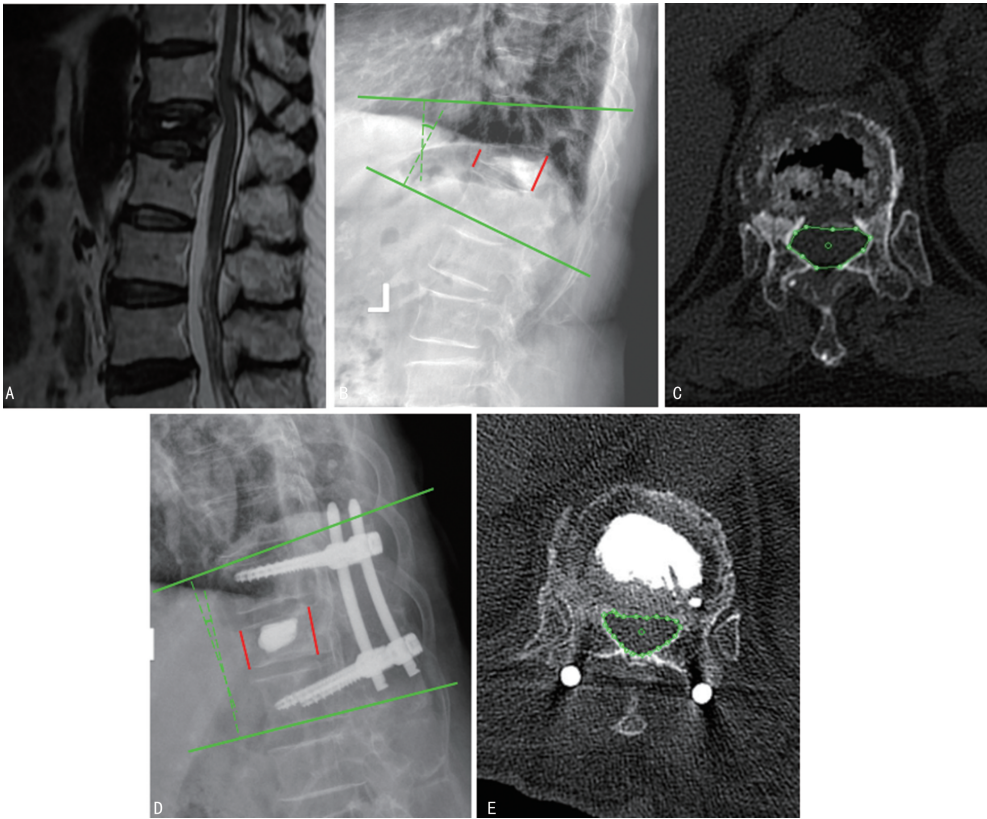
项目	A 组 (n=29)	B 组 (n=19)	C 组 (n=21)	F	P
术后 3 个月	49.6±2.6 ^a	92.7±2.1 ^{ad}	93.7±1.9 ^{ad}	3 872.846	<0.001
术后 1 年	47.1±3.4 ^{abc}	88.4±4.0 ^{abcd}	93.3±3.1 ^{ade}	1 566.142	<0.001
F	149.403	2 625.864	4 948.239		
P	<0.001	<0.001	<0.001		
后凸 Cobb 角(°)					
术前	28.1±5.1	27.3±5.3	27.9±5.7	0.179	0.837
术后 1 个月	27.7±5.1	11.8±3.6 ^{ad}	10.3±3.7 ^{ad}	159.638	<0.001
术后 3 个月	27.5±4.9	12.7±4.1 ^{ad}	10.7±3.4 ^{ad}	143.734	<0.001
术后 1 年	27.6±4.6	18.0±4.3 ^{abcd}	11.3±4.1 ^{ade}	106.122	<0.001
F	0.768	130.593	164.797		
P	0.515	<0.001	<0.001		
椎管狭窄率(%)					
术前	26.0±5.5	25.3±6.9	24.8±6.5	0.273	0.761
术后 1 个月	25.8±5.5	12.5±3.9 ^{ad}	10.9±3.8 ^{ad}	102.214	<0.001
术后 3 个月	25.6±4.5	12.5±3.7 ^{ad}	11.0±3.5 ^{ad}	124.714	<0.001
术后 1 年	25.2±4.8	16.9±6.0 ^{abcd}	9.5±3.5 ^{ade}	77.756	<0.001
F	0.661	49.014	98.941		
P	0.578	<0.001	<0.001		

^a: $P<0.05$,与术前比较;^b: $P<0.05$,与术后 1 个月比较;^c: $P<0.05$,与术后 3 个月比较;^d: $P<0.05$,与同时点 A 组比较;^e: $P<0.05$,与同时点 B 组比较。

2.2 围手术期指标评估结果

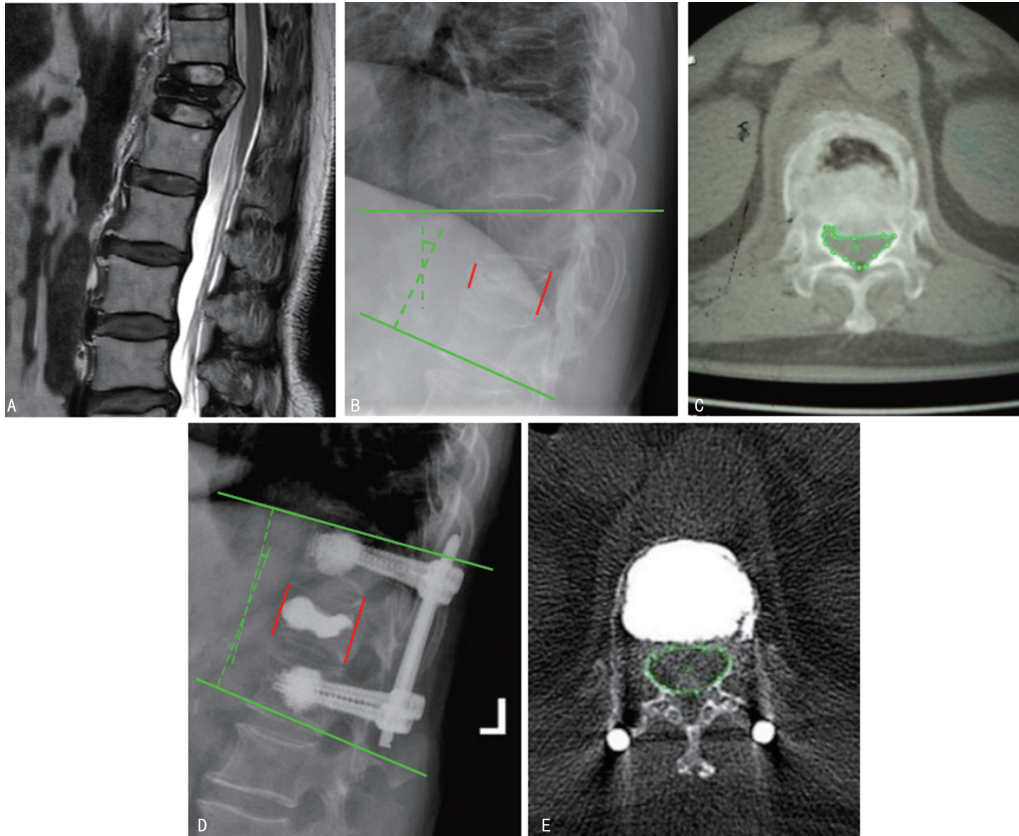
所有患者均顺利完成手术,A 组患者在手术时间、术中出血量、术后住院时间及病椎骨水泥注入量少于 B、C 组($P<0.05$),且 B 组手术时间少于 C 组

($P<0.05$)。3 组患者术后均未出现切口感染、深静脉血栓及肺栓塞并发症。3 组间骨水泥渗漏比较差异无统计学意义($P>0.05$),其中 A 组有 1 例为椎管内渗漏,所有骨水泥渗漏患者均无神经症状,见表 3。



患者女,79 岁,第 12 胸椎椎体Ⅲ期 Kümmell 病,无下肢神经症状,行经皮椎弓根螺钉短节段固定+病椎 PVP 术治疗;A:术前 MRI 矢状位 T2WI 示第 12 胸椎椎体压缩、椎体内裂隙改变,后凸畸形并伴有椎管狭窄;B:术前侧位 X 线片示第 12 胸椎椎体压缩并后凸畸形,后凸 Cobb 角为 23.9°,SI 值为 36.4%;C:术前 CT 横断位示病椎内裂隙征形成,后壁破裂进入椎管,椎弓根水平椎管面积为 165.2 mm²;D:术后 1 个月侧位 X 线片示病椎形态恢复满意,骨水泥填充支撑,后凸 Cobb 角矫正为 6.5°,SI 值矫正为 84.4%,但螺钉出现松动、移位现象;E:术后 1 个月 CT 横断位示病椎骨水泥填充满意无渗漏,椎弓根水平椎管面积为 233.4 mm²,狭窄程度较术前有改善。

图 2 典型病例 2 影像图



患者女,83岁,第12胸椎椎体Ⅲ期 Kümmell病,无下肢神经症状,行经皮骨水泥强化椎弓根螺钉短节段固定+病椎 PVP 术治疗;A:术前 MRI 矢状位 T2WI 示第 12 胸椎椎体压缩椎体内裂隙改变,后凸畸形并伴有椎管狭窄;B:术前侧位 X 线片示第 12 胸椎椎体压缩并后凸畸形,后凸 Cobb 角为 18.4°,SI 值为 62.8%;C:术前 CT 横断位示椎体内裂隙征形成,后壁破裂进入椎管,椎弓根水平椎管面积为 132.6 mm²;D:术后 1 个月侧位 X 线片提示骨水泥弥散及填充满意无渗漏,螺钉位置满意无松动、移位,椎体形态高度及后凸畸形恢复满意,后凸 Cobb 角矫正为 8.5°,SI 值矫正为 89.7%;E:术后 1 个月 CT 横断位示病椎骨水泥填充满意无渗漏,椎弓根水平椎管面积为 215.8 mm²,狭窄程度较术前明显改善。

图 3 典型病例 3 影像图

表 3 3 组患者围手术期资料比较

组别	<i>n</i>	手术时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	术中出血量 ($\bar{x} \pm s$, mL)	术后住院时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	病椎骨水泥注入量 ($\bar{x} \pm s$, mL)	骨水泥渗漏 [<i>n</i> (%)]
A 组	29	33.8±7.3	6.2±3.7	3.2±2.0	5.1±1.2	7(24.1)
B 组	19	108.5±11.9 ^a	54.4±5.8 ^a	8.8±2.1 ^a	6.6±1.2 ^a	3(15.8)
C 组	21	134.6±11.6 ^{ab}	56.7±6.1 ^a	9.4±2.1 ^a	6.8±1.4 ^a	2(9.5)
<i>F</i>		748.911	867.591	80.302	16.282	
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.440

^a:*P*<0.05,与 A 组比较;^b:*P*<0.05,与 B 组比较。

2.3 随访指标评估结果

3 组患者术前 VAS 评分、ODI 评分比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。3 组患者术后各时间点(术后 1 个月、术后 3 个月、术后 1 年)VAS 评分、ODI 评分与术前比较差异有统计学意义(*P*<0.05);A 组分

别与 B、C 组在术后各时间点比较差异有统计学意义(*P*<0.05),而术后各时间点 B、C 组间比较差异无统计学意义(*P*>0.05),见表 4。末次随访内固定衰败情况:B 组 5 例(26.3%)、C 组未发现内固定衰败,差异有统计学意义(*P*=0.018)。

表 4 3 组患者不同时间点 VAS、ODI 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

项目	A 组 (<i>n</i> =29)	B 组 (<i>n</i> =19)	C 组 (<i>n</i> =21)	<i>F</i>	<i>P</i>
VAS 评分					
术前	8.1±1.3	8.3±1.2	8.3±1.1	0.357	0.701
术后 1 个月	3.9±0.9 ^a	2.9±0.9 ^{ab}	2.7±0.8 ^{ab}	18.600	<0.001
术后 3 个月	3.8±0.6 ^a	2.8±0.8 ^{ab}	2.5±0.7 ^{ab}	29.840	<0.001

续表 4 3 组患者不同时间点 VAS、ODI 评分比较($\bar{x} \pm s$, 分)

项目	A 组 (n=29)	B 组 (n=19)	C 组 (n=21)	F	P
术后 1 年	3.5±0.6 ^a	2.5±0.7 ^{ab}	2.2±0.6 ^{ab}	32.314	<0.001
F	150.966	350.108	319.471		
P	<0.001	<0.001	<0.001		
ODI 评分					
术前	69.5±5.9	72.3±6.7	71.8±4.1	2.086	0.130
术后 1 个月	30.5±5.8 ^a	23.4±4.3 ^{ab}	26.0±5.4 ^{ab}	14.524	<0.001
术后 3 个月	30.9±5.5 ^a	23.7±4.5 ^{ab}	25.5±4.9 ^{ab}	17.147	<0.001
术后 1 年	30.6±5.8 ^a	22.9±4.3 ^{ab}	25.6±4.5 ^{ab}	19.112	<0.001
F	611.773	968.326	1 170.870		
P	<0.001	<0.001	<0.001		

^a:*P*<0.05,与术前比较;^b:*P*<0.05,与 A 组同时时间点比较。

3 讨 论

对于Ⅰ、Ⅱ期 Kümmell 病,大部分学者在治疗方 案上会选择 PVP 或经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP),因其能够快速缓解疼痛、即刻恢复力学支撑而被广泛应用^[5-6]。然而对于Ⅲ期 Kümmell 病,由于病椎存在较为严重的椎体塌陷及后凸畸形,PVP 无法有效恢复椎体形态和高度^[6],仅能在病椎现有的裂隙中形成骨水泥填充,因此注入剂量少,推注压力高,易造成骨水泥渗漏。Ⅲ期 Kümmell 病若采用椎弓根螺钉对塌陷的椎体进行撑开复位,在病椎形态高度恢复的同时,后凸 Cobb 角亦能得到矫正,同时病椎节段的椎管狭窄也能得到一定程度的恢复。

然而绝大多数 Kümmell 病患者都合并有严重的骨质疏松,螺钉置入后尤其是在其撑开锁定后,能否维持内固定系统的稳定而不出现螺钉切割、移位、拔钉等衰败情况,一直以来都是脊柱外科医师要面对的棘手问题。有学者提出采用长节段固定,使得螺钉系统具有更强的稳定性,但长节段内固定手术创伤更大、手术时间更长,多数患者年老体衰、基础疾病多,难以耐受,并且长节段固定将丧失更多脊柱节段的运动功能^[7]。因此,对于有神经症状的Ⅲ期 Kümmell 病,由于需要合并减压操作,目前较为主流的手术方式为长节段固定复位减压术;而对于无神经症状的Ⅲ期 Kümmell 病,多数患者不需要神经减压,术者们仍希望能通过短节段微创手术方式解决问题,此时关于内置物的选择、手术节段选择及病椎的处理成为了焦点和难点。

为了克服因骨质疏松导致短节段螺钉衰败而引发的如椎体高度丢失、后凸畸形加重、螺钉移位^[8]致皮肤溃疡感染等问题,学者们探索了多种处理方法,包括增加螺钉的直径及长度、采用膨胀螺钉及骨水泥强化螺钉^[9]等。然而增加螺钉的长度或直径会引起不同程度的并发症^[9],在临床中鲜有应用。膨胀螺钉

的稳定性取决于椎体内骨质对螺钉头侧张开的叶片支撑强度,而对于重度骨质疏松的患者来说,此方法稳定脊柱的效果并不理想^[10]。也有学者通过改变螺钉通道,使用皮质骨通道螺钉^[11]技术来增强螺钉的把持力。然而,该术式在严重骨质疏松的 Kümmell 病椎体内难以起到稳定的作用,且对于伴有严重后凸畸形的Ⅲ期 Kümmell 病患者,术中还需要借助螺钉进行支撑和提拉复位,效果更不理想。

对此,作者采用经皮骨水泥强化椎弓根螺钉短节段固定。一方面,螺钉的把持力得到了极大增强,增加了其对病椎的复位力度,病椎形态、后凸 Cobb 角、椎管狭窄等得到了满意恢复;另一方面,骨水泥对螺钉的包绕强化也增加了其抗拔出力和稳定性,使得病椎复位状态得以维持。LIU 等^[12]在骨质疏松椎体的研究中对比了骨水泥强化和非强化螺钉,结果显示骨水泥强化螺钉的拔出强度实现了两倍增长;COOK 等^[13]也对此做了研究,显示骨水泥强化比非强化的螺钉抗拔出力增强 3 倍,远期随访结果也相对较好;WANG 等^[14]应用有限元分析,通过生物力学测试发现经强化的螺钉的轴向拔出力明显强于普通螺钉。本研究显示 3 组患者术后各时间点 VAS 评分及 ODI 评分均优于术前;A 组在手术时间、术中出血量、术后住院时间占有优势,然而 B、C 两组采用经皮椎弓根螺钉联合病椎 PVP 术,患者术后 VAS 评分、ODI 评分、病椎 SI 值、后凸 Cobb 角及椎管狭窄率改善方面均优于 A 组。C 组患者采用经皮骨水泥强化椎弓根螺钉联合病椎 PVP 术,术后 1 年随访其在病椎 SI 值、Cobb 角及椎管狭窄改善方面的持续性和有效性优于 B 组。

经皮椎弓根螺钉复位后,病椎内会出现“空壳”样改变^[15],此时若单纯使用螺钉固定而不处理病椎,在长期的应力作用下,不仅会发生内固定衰败^[16],更有病椎高度丢失、后凸 Cobb 角增大等风险。因此,对于病椎的处理仍是不可忽视的重要环节。经病椎置钉

可有效地分散内固定系统中各螺钉承受的应力,一定程度上巩固手术节段的力学稳定性,减少内植物的衰败风险,然而病椎内因骨质坏死或不愈合而导致的“空壳”^[17]却无法得到有效解决,因此不能保证长期效果。椎体内植骨是处理病椎“空壳”的方法之一,然而在微创条件下植骨操作烦琐,自体骨来源困难,且病椎不能即刻恢复力学稳定。此外,Kümmell 病的主要病理改变为椎体内缺血性骨坏死^[18],其椎体内血液供应极差,病椎内植骨的融合率低而常导致手术失败。作者采用骨水泥注入病椎,一方面填补了椎体复位后形成的“空壳”并达到即刻支撑稳定,另一方面联合骨水泥螺钉,进一步维持复位后的椎体形态及矫正后的后凸 Cobb 角^[19],获得长期的节段稳定性。因此,在经皮椎弓根螺钉复位固定的基础上联合病椎 PVP 术不失为一种极佳的微创组合方式。

在应用到骨水泥的脊柱手术中,可能会因为骨水泥推注压力较高、骨水泥推注时间太早或骨水泥注入量大而导致骨水泥渗漏,而Ⅲ期 Kümmell 病患者的椎体压缩严重,且合并有椎体后壁破裂塌陷,再加上患者大多骨质疏松严重,使其本身就是骨水泥渗漏的高风险因素。Ⅲ期 Kümmell 病又要求骨水泥充满整个裂隙区时才能维持前柱的稳定^[20];而伤椎在经过复位后,裂隙区会变大,骨水泥注入量会随之增多;本研究显示 B、C 两组患者病椎骨水泥注入量明显高于 A 组,但 3 组患者在骨水泥渗漏方面差异无统计学意义($P>0.05$),作者认为有两方面原因:(1)拉丝期的骨水泥注入椎体时,其流动性较小,使骨水泥分布集中,可有效防止渗漏^[21];(2)病椎在进行复位后,其空腔可释放因为椎体塌陷而产生的压力,有效降低了骨水泥渗漏风险。Ⅲ期 Kümmell 病患者严重的骨质疏松使得椎弓根螺钉增强后的骨水泥渗漏问题也不可忽视。HU 等^[22]研究表明,骨水泥所涉及的区域(尤其是椎弓根区域)越多,椎弓根螺钉的抗拔出力度越大,骨水泥分布区域越多也就意味着骨水泥渗漏风险越大;他通过对螺钉的骨水泥分布研究,将骨水泥在轴位 CT 上分为:1 区,椎体前 1/3;2 区,椎体中间 1/3;3 区,椎体后 1/3;4 区,椎弓根区。这可能代表最佳生物力学强度与椎管渗漏风险之间的完美平衡点,本研究 C 组螺钉骨水泥分布区域在前 3 区(1 区、2 区和 3 区)的比例高达 87.0%。

综合来看,作者认为经皮骨水泥强化椎弓根螺钉联合病椎 PVP 治疗无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病具有以下优点:(1)组合微创技术创伤小、并发症少;(2)短节段固定就能复位病椎形态高度、改善后凸畸形及椎管狭窄,联合病椎 PVP 消除“张口现象”^[23];(3)椎弓根螺钉经骨水泥强化后,把持力明显增强,不容易松动移位,且骨水泥渗漏风险较小;(4)患者可早期恢复下床活动,减少卧床并发症;(5)学习曲线短,易于临床推广应用。

综上所述,3 种术式治疗无神经症状Ⅲ期 Kümmell 病均能缓解症状及恢复功能,经皮椎弓根螺钉复位的两种术式相对于单纯 PVP 术能更加有效恢复病椎高度、矫正后凸畸形及改善椎管狭窄,而椎弓根螺钉经骨水泥强化后在维持力学支撑及稳定性方面更加具有优势。

参考文献

- [1] JIANG J, GU F, LI Z, et al. The clinical efficacy and experience of bipedicular percutaneous vertebroplasty combined with postural reduction in the treatment of Kümmell's disease[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 1-6.
- [2] LIM J, CHOI S W, YOUM J Y, et al. Posttraumatic delayed vertebral collapse: Kummell's disease[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2018, 61(1): 1-9.
- [3] LI K C, LI A F, HSIEH C H, et al. Another option to treat Kümmell's disease with cord compression[J]. Eur Spine J, 2007, 16(9): 1479-1487.
- [4] GAN D H, FANG M Z, XUE H P, et al. Clinical observations of Kümmell disease treatment through percutaneous fixation combined with vertebroplasty[J]. Orthop Surg, 2021, 13(5): 1505-1512.
- [5] 孙育良, 熊小明, 万磊, 等. 单双侧穿刺经皮椎体后凸成形术治疗 Kümmell 病的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(9): 1086-1091.
- [6] XIA Y H, CHEN F, ZHANG L, et al. Percutaneous kyphoplasty treatment evaluation for patients with Kümmell disease based on a two-year follow-up[J]. Exp Ther Med, 2018, 16(4): 3617-3622.
- [7] ZHANG X, SUN X, MENG X, et al. Risk factors for medical complications after long-level internal fixation in the treatment of adult degenerative scoliosis[J]. Int Orthop, 2018, 42: 2603-2612.
- [8] 徐文强, 于海洋, 梁成民, 等. 后路经椎间隙松解打压植骨后柱加压闭合矫形术治疗骨质疏松性脊柱骨折伴中重度后凸畸形[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(11): 1406-1413.
- [9] 钟世霄, 李维朝. 骨水泥强化椎弓根螺钉在骨质疏松性胸腰椎中的生物力学进展[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2023, 20(2): 65-69.
- [10] 邓轩赓, 熊小明, 万磊, 等. 单节段胸腰椎Ⅲ期 Kümmell 病短节段和长节段强化固定的临床比

较研究[J]. 中国骨伤, 2019, 32(7): 598-603.

[11] 杨民毅, 刘西纺, 刘世长, 等. 皮质骨螺钉通道技术在骨质疏松腰椎退行性疾病中的应用[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(3): 245-249.

[12] LIU D, WU Z X, PAN X M, et al. Biomechanical comparison of different techniques in primary spinal surgery in osteoporotic cadaveric lumbar vertebrae: expansive pedicle screw versus polymethylmethacrylate-augmented pedicle screw [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(9): 1227-1232.

[13] COOK S D, SALKELD S L, STANLEY T, et al. Biomechanical study of pedicle screw fixation in severely osteoporotic bone[J]. Spine J, 2004, 4(4): 402-408.

[14] WANG W, BARAN G R, GARG H, et al. The benefits of cement augmentation of pedicle screw fixation are increased in osteoporotic bone: a finite element analysis [J]. Spine Deform, 2014, 2(4): 248-259.

[15] 于荣华, 朱晓东, 梁朝革, 等. 不同微创手术方法治疗中老年胸腰椎爆裂性骨折 A3. 1 型疗效比较[J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(5): 341-345.

[16] ZHANG H, YANG B, HAO D, et al. Pain location is associated with fracture type in acute osteoporotic thoracolumbar vertebral fracture: a prospective observational study[J]. Pain Medicine, 2022, 23(2): 263-268.

[17] 胡海刚, 谭伦, 林旭, 等. 胸腰椎骨折复位术后椎体“空壳现象”的相关因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(3): 242-247.

[18] 袁晓峰, 段洪, 闵捷, 等. 椎体后凸成形术治疗 Kümmell’s 病疗效观察[J]. 实用骨科杂志, 2014, 20(11): 1022-1024.

[19] LI Y, GUO D, ZHANG S, et al. Risk factor analysis for re-collapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP)[J]. Int Orthop, 2018, 42(9): 2131-2139.

[20] 张广泉, 李艳培, 丁帅, 等. Kümmell 病再次经皮椎体成形翻修术的经验[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(5): 479-480.

[21] 范永飞, 刘刚. PMMA 骨水泥强化椎弓根钉在骨质疏松性脊柱疾病治疗中的应用进展[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(7): 782-784.

[22] HU M H, WU H T, CHANG M C, et al. Polymethylmethacrylate augmentation of the pedicle screw: the cement distribution in the vertebral body[J]. Eur Spine J, 2011, 20(8): 1281-1288.

[23] 李光晟, 吴如陈, 刘成招, 等. 椎弓根骨水泥锚定对椎体成形术治疗 Kümmell’s 病骨水泥团块稳定作用的有限元分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2023, 33(9): 823-830.

(收稿日期: 2023-10-25 修回日期: 2024-03-19)
(编辑: 姚 雪)

(上接第 2511 页)

[17] 蔡九妹. 干扰 LncRNA 93358 通过诱导 SLC8A1 的表达来抑制大鼠心肌梗死后心肌细胞凋亡 [D]. 广州: 南方医科大学, 2023.

[18] 叶为, 刘小燕, 赵茂宇, 等. 慢性心力衰竭患者血清 hs-CRP、sST2 水平与心脏再同步化治疗后室性心律失常的相关性[J]. 疑难病杂志, 2023, 22(6): 566-571, 577.

[19] 范燕宾, 陈丰毅, 李雪博, 等. 血清 miR-17 和 miR-145 的表达与心房颤动患者 IL-6、TNF- α 、TGF- β 1、hs-CRP、VEGF 水平的关系[J]. 河南医学研究, 2023, 32(7): 1195-1199.

[20] 王金航, 韩毅. 急性脑梗塞并发脑心综合征患者血清内源性孤啡肽与血清 S-100 钙结合蛋白 β 水平变化的研究[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(7): 601-606.

[21] SCHEITZ J F, SPOSATO L A, SCHULZMENGER J, et al. Stroke-heart syndrome: recent advances and challenges[J]. J Am Heart Assoc, 2022, 11(17): e026528.

[22] 颜培夏, 王媛媛. HMGB1、cTnI、CK-MB 及 NT-proBNP 对脓毒症心肌损伤的诊断价值[J]. 重庆医学, 2023, 52(5): 737-741.

[23] 胡仁学. 慢性心力衰竭患者血清 Hcy 和 NT-proBNP 水平变化及其意义探讨[J]. 实用心电图杂志, 2024, 33(1): 59-61, 66.

[24] 陈丽妃, 黎蓉, 梁红娟. N 末端 B 型利钠肽原联合炎性因子变化水平对射血分数保留心力衰竭患者预后预测价值[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(12): 1099-1105.

[25] MARTINEZ-MILLA J, ACENA Á, PELLO A, et al. NT-proBNP levels influence the prognostic value of mineral metabolism biomarkers in coronary artery disease[J]. J Clin Med, 2022, 11(14): 113-119.

(收稿日期: 2023-12-20 修回日期: 2024-04-20)
(编辑: 唐 璞)