

椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定治疗 II 期 Kümmell 病

盛文博, 刘丙立, 李四波, 敖荣广, 禹宝庆

<https://doi.org/10.12307/2025.493>

投稿日期: 2024-07-15

采用日期: 2024-09-05

修回日期: 2024-10-15

在线日期: 2024-10-29

中图分类号:

R459.9; R318.08; R681.57

文章编号:

2095-4344(2025)34-07286-07

文献标识码: A

文章快速阅读: 骨水泥强化联合骨水泥螺钉内固定与经皮椎体后凸成形治疗 II 期 Kümmell 病的对比

研究起点:

- Kümmell 病
- 经皮椎体后凸成形术
- 经皮椎体成形术
- 椎体压缩骨折
- 骨质疏松
- 迟发性创伤后椎体塌陷
- 骨水泥强化
- 经皮骨水泥螺钉内固定

单节段 Kümmell 病患者

经皮椎体后凸成形治疗

伤椎前缘高度

腰椎目测类比评分

中心问题

经皮骨水泥螺钉内固定治疗

脊柱 Cobb 角

Oswestry 功能障碍指数

文题释义:

Kümmell病: 也称为骨质疏松性椎体压缩骨折后缺血性坏死, 或迟发性创伤后椎体塌陷, 主要发生在中老年骨质疏松患者, 最早由德国医生 HERMAN KÜMMELL 在 1891 年报道。Kümmell 病患者一般有轻微的脊柱创伤史, 然后在几周、几个月甚至几年的时间里保持基本无症状, 最终发展为进展性的、疼痛性的后凸畸形。Kümmell 病不同于常见的骨质疏松性椎体压缩性骨折, 其发病机制主要为伤椎椎体缺血性坏死及假关节形成导致顽固性疼痛, 保守治疗通常无效, 需要手术干预。

椎体骨水泥强化: 是一种微创手术技术, 主要用于治疗椎体压缩性骨折, 通过向受伤椎体内注入骨水泥(如聚甲基丙烯酸甲酯)达到强化椎体、缓解疼痛、恢复椎体高度和矫正后凸畸形的效果。椎体骨水泥强化术式包括经皮椎体成形与经皮椎体后凸成形, 已被广泛用于 I 期或 II 期 Kümmell 病治疗。

摘要

背景: 经皮椎体后凸成形治疗 II 期 Kümmell 病常存在术后疼痛缓解不佳、骨水泥弥散差、相邻椎体骨折发生率较高等问题。有研究显示, 伤椎骨水泥强化联合后路椎管减压短节段固定治疗伴神经症状的 Kümmell 病具有较好的疗效。

目的: 比较椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定与经皮椎体后凸成形治疗 II 期 Kümmell 病的效果。

方法: 选择 2020 年 1 月至 2023 年 1 月上海中医药大学附属第七人民医院收治的 II 期 Kümmell 病患者 49 例, 其中男 15 例, 女 34 例, 根据治疗方式分为试验组($n=23$)与对照组($n=26$), 试验组患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术, 对照组患者接受经皮椎体后凸成形手术。记录术后并发症发生情况, 对比两组患者术后 1 周、6 周、12 周、6 个月、12 个月的脊柱 Cobb 角与伤椎前缘高度比, 术后 1 周、12 个月的 Oswestry 功能障碍指数与腰椎目测类比评分。

结果与结论: ①两组患者均完成术后 12 个月以上随访, 对照组中有 5 例发生相邻椎体骨折、3 例发生严重的脊柱后凸畸形, 试验组中有 1 例出现术后切口并发症; ②与术前相比, 两组患者术后的脊柱 Cobb 角和伤椎前缘高度比均明显改善($P < 0.05$); 试验组患者术后 1 周、6 周、12 周、6 个月、12 个月的脊柱 Cobb 角均低于对照组($P < 0.05$), 术后 1 周、6 周、12 周、6 个月、12 个月的伤椎前缘高度比均高于对照组($P < 0.05$); ③与术前相比, 两组患者术后的 Oswestry 功能障碍指数与腰椎目测类比评分均明显改善($P < 0.05$); 试验组患者术后 1 周、12 个月的 Oswestry 功能障碍指数与腰椎目测类比评分均低于对照组($P < 0.05$); ④结果表明, 与经皮椎体后凸成形治疗相比, 椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定治疗 II 期 Kümmell 病可以更好地恢复患椎高度、维持伤椎形态、改善脊柱功能、减轻腰部疼痛。

关键词: Kümmell 病; 短节段内固定; 椎体骨水泥强化; 椎体后凸成形; 骨水泥螺钉; 工程化骨材料

Cement-augmented short-segment percutaneous pedicle screw fixation for the stage II Kümmell's disease

Sheng Wenbo, Liu Bingli, Li Sibao, Ao Rongguang, Yu Baoqing

Department of Orthopedics, Seventh People's Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200120, China

Sheng Wenbo, Associate chief physician, Department of Orthopedics, Seventh People's Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200120, China

Corresponding author: Yu Baoqing, MD, Chief physician, Department of Orthopedics, Seventh People's Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200120, China

上海中医药大学附属第七人民医院骨伤科, 上海市 200120

第一作者: 盛文博, 男, 1987 年生, 山东省莱阳市人, 汉族, 副主任医师, 主要从事脊柱创伤方面的研究。

通讯作者: 禹宝庆, 博士, 主任医师, 上海中医药大学附属第七人民医院骨伤科, 上海市 200120

<https://orcid.org/0000-0002-9316-3540> (盛文博)

基金资助: 上海市浦东新区卫生健康委员会面上项目 (PW2021A-67), 项目负责人: 盛文博; 上海市浦东新区卫生健康委员会学科带头人培养计划项目 (PWRd2019-10), 项目负责人: 李四波; 浦东新区中医药传承创新发展示范试点项目 [YC-2023-0601, 中医高峰学科(中西医结合骨伤科)], 项目负责人: 禹宝庆; 2023 年财政部国家中医药管理局医疗服务与保障能力提升补助资金重点科室项目《中西医结合重点科室建设(中西医结合骨伤科)》, 项目负责人: 禹宝庆

引用本文: 盛文博, 刘丙立, 李四波, 敖荣广, 禹宝庆. 椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定治疗 II 期 Kümmell 病 [J].

中国组织工程研究, 2025, 29(34):7286-7292.



Abstract

BACKGROUND: Stage II Kümmell's disease has traditionally been treated with percutaneous kyphoplasty, but this approach is associated with a high incidence of complications such as poor postoperative pain relief, suboptimal cement dispersion, and adjacent vertebral fractures. Studies have shown that cement augmentation of the injured vertebra combined with posterior spinal canal decompression and short-segment fixation has a good effect on the treatment of Kümmell's disease with neurological symptoms.

OBJECTIVE: To compare the outcomes of cement-augmented short-segment percutaneous pedicle screw fixation with those of percutaneous kyphoplasty for the treatment of stage II Kümmell's disease.

METHODS: From January 2020 to January 2023, a total of 49 patients with stage II Kümmell's disease from Seventh People's Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine were included in this study, with 15 males and 34 females. According to the treatment method, the patients were divided into the trial group ($n=23$) and the control group ($n=26$). The patients in the trial group received cement-augmented short-segment percutaneous pedicle screw fixation, and the patients in the control group received percutaneous kyphoplasty. The postoperative complications were recorded, and the spinal Cobb angle and the ratio of the anterior edge height of the injured vertebra were compared between the two groups at 1, 6, 12 weeks, 6, and 12 months after surgery. The Oswestry disability index and lumbar visual analog score were compared at 1 week and 12 months after surgery.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) All patients in the two groups were followed up for more than 12 months after surgery. Five patients in the control group had adjacent vertebral fractures, three patients had severe kyphosis, and one patient in the trial group had postoperative incision complications. (2) Compared with preoperative data, the spinal Cobb angle and the ratio of the anterior edge height of the injured vertebra in both groups were significantly improved after surgery ($P < 0.05$). The spinal Cobb angle of the trial group was lower than that of the control group at 1, 6, 12 weeks, 6, and 12 months after surgery ($P < 0.05$), and the ratio of the anterior edge height of the injured vertebra in the trial group was higher than that of the control group at 1, 6, 12 weeks, 6, and 12 months after surgery ($P < 0.05$). (3) Compared with preoperative data, the Oswestry disability index and lumbar visual analog scale score of the two groups were significantly improved after surgery ($P < 0.05$). The Oswestry disability index and lumbar visual analog scale score of the trial group were lower than those of the control group at 1 week and 12 months after surgery ($P < 0.05$). (4) The results show that compared with percutaneous kyphoplasty, cement-augmented short-segment percutaneous pedicle screw fixation for stage II Kümmell's disease can better restore the height of the affected vertebra, maintain the shape of the affected vertebra, improve spinal function, and alleviate lumbar pain.

Key words: Kümmell's disease; short-segment internal fixation; vertebral body cement augmentation; kyphoplasty; bone cement screw; engineered bone material

Funding: Shanghai Pudong New Area Health Commission Project, No. PW2021A-67 (to SWB); Shanghai Pudong New Area Health Commission Discipline Leader Training Program, No. PWRd2019-10 (to LSB); Pudong New Area Traditional Chinese Medicine Inheritance Innovation Development Demonstration Pilot Project, No. [YC-2023-0601] (to YBQ); 2023 National Administration of Traditional Chinese Medicine of the Ministry of Finance Medical Service and Support Capacity Improvement Subsidy Fund (Part of Key Departments) Project "Construction of Key Departments of Collaborative Traditional Chinese and Western Medicine" (to YBQ)

How to cite this article: SHENG WB, LIU BL, LI SB, AO RG, YU BQ. Cement-augmented short-segment percutaneous pedicle screw fixation for the stage II Kümmell's disease. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2025;29(34):7286-7292.

0 引言 Introduction

Kümmell 病是由德国医生 HERMANN KÜMMELL 首次报道的一种特殊类型骨质疏松性椎体压缩骨折，多见于老年患者，主要表现为持续的腰背部疼痛和脊柱后凸畸形^[1-2]。根据椎体压缩程度和神经组织是否受压，Kümmell 病分为 I、II、III 期，其中，I 期椎体压缩 $\leq 20\%$ ，邻近椎间盘无明显退变；II 期椎体压缩 $> 20\%$ ，邻近椎间盘退变，骨折椎体存在异常活动；III 期椎体后壁塌陷缺损伴有硬膜囊及神经组织受压^[3-4]。对于非手术治疗后疼痛无明显缓解，并且后凸畸形进行性加重，甚至出现神经功能损害的 Kümmell 病患者，常需采取手术治疗^[5]。对于 III 期 Kümmell 病患者，经椎弓根减压 + 清除死骨后植骨联合后路长节段固定是首选方法^[6]；而对于 I、II 期 Kümmell 病患者，以往主要采用经皮椎体后凸成形治疗，但术后常见疼痛缓解不佳、骨水泥弥散差及邻近椎体骨折等并发症^[7]，特别是 II 期 Kümmell 病患者，接受经皮椎体后凸成形治疗后的并发症发生率更高^[7-9]。为减少经皮椎体后凸成形治疗的并发症，ZHANG 等^[10] 和 LEE 等^[11] 采用伤椎骨水泥强化联合短节段固定治疗 Kümmell 病，取得了良好的临床疗效^[10-11]。此次研究对比椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定与经皮椎体后凸成形治疗 II 期 Kümmell 病的临床效果。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析，组间比较进行 Student *t* 检验、卡方检验。

1.2 时间及地点 试验于 2020 年 1 月至 2023 年 1 月在上海中医药大学附属第七人民医院脊柱外科完成。

1.3 对象 选择 2020 年 1 月至 2023 年 1 月上海中医药大学附属第七人民医院收治的 II 期 Kümmell 病患者 49 例，其中男 15 例，女 34 例，根据治疗方式分为试验组 ($n=23$) 与对照组 ($n=26$)，试验组患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术，对照组患者接受经皮椎体后凸成形手术。术前充分告知患者及其家属两种治疗方法的优缺点，由患者选择手术方式并签署知情同意书。研究已通过上海中医药大学附属第七人民医院医学伦理委员会的审查和批准。

纳入标准：① Kümmell 病 II 期，椎体后壁完整，能耐受手术治疗；②单节段椎体骨折 (T_{11} - L_2) 且无神经症状；③双能 X 射线吸收法测定腰椎骨密度 T 值 ≤ -2.5 SD；④随访 1 年以上且临床和影像学资料完整者。

排除标准：①存在严重内科疾病需要治疗，存在其他代谢性骨病或转移性椎体肿瘤；②多发骨折；③合并神经损伤，需要脊柱减压；④既往胸腰椎手术病史；⑤随访丢失、资料不完整者。

1.4 材料 经皮穿刺球囊扩张椎体后凸成形器械由上海凯利泰公司提供，包括椎体成形导向系统、椎体成形用经皮穿刺针、椎体扩张球囊及导管等。经皮骨水泥螺钉内固定系统由正天公司提供。椎体成形使用的骨水泥由辛迪思有限公司生产的 Traumacem V+ 骨水泥系统。术中透视使用德国西门子公司公司的 C 臂 X 射线机。骨水泥与经皮骨水泥螺钉内固定系统材料介绍，见表 1。

表 1 | 骨水泥与经皮骨水泥螺钉内固定系统材料介绍
Table 1 | Material introduction of bone cement and percutaneous bone cement screw internal fixation system

项目	骨水泥	经皮骨水泥螺钉内固定系统
生产厂家	辛迪思有限公司	天津正天医疗器械有限公司
批准文号	国械注进 20163131484	国械标准 20153462083
材质及组成	粉末：聚甲基丙烯酸甲酯 / 丙烯酸酯、二氧化锆、羟基磷灰石、过氧化苯甲酸； 液体：甲基丙烯酸甲酯、N，N- 二甲基对甲苯胺	脊柱固定系统由脊柱钉及附件、骨钩、连接棒、联接器组成。其中脊柱钉包附件包括椎弓根螺钉（单向）、椎弓根螺钉（多轴向）、侧开口椎弓根螺钉、长尾型椎弓根螺钉
适应证	与内固定器械（适用于聚甲基丙烯酸甲酯强化）联合使用，用于治疗骨质疏松性骨折	适用于脊柱创伤、退变、畸形、骨病等情况需要实施胸腰椎内固定手术的疾病
不良反应	因使用聚甲基丙烯酸甲酯导致的严重不良事件，包括但不限于心肌梗死、心脏骤停、脑血管意外、肺栓塞和过敏反应；联合应用聚甲基丙烯酸甲酯中最常见的不良反应包括血压暂时性降低、血栓性静脉炎、出血和血肿、浅表或深部伤口感染、黏液囊炎、短时间心律失常和异位骨形成；因使用聚甲基丙烯酸甲酯导致的其他不良事件，包括但不限于发热、血尿、排尿困难、膀胱瘘管、因聚合过程中放热导致的疼痛暂时加剧、由于骨水泥挤压范围超出预期应用区域而导致神经卡压和吞咽困难、因聚合过程中放热导致粘连和回肠狭窄；与椎体成形或椎体后凸成形手术有关的潜在不良事件，包括但不限于肺炎、肋间神经痛、由于骨质疏松疾病导致邻近注射部位的椎骨塌陷、气胸、骨水泥挤压进入软组织、椎弓根骨折、弥散性骨质疏松症患者出现肋骨骨折；过敏反应；骨水泥渗漏等	螺钉断裂、松动

1.5 方法 研究中的手术等级为四级手术，上海市第七人民医院为中西医结合三级甲等医院，参与手术的主刀医生均为副主任医师以上职称，具备实施该类手术的资质。所有手术由同一位骨科医师进行。

1.5.1 经皮穿刺椎体后凸成形手术方法 患者俯卧位，行心电图监护。术中使用 C 臂机定位伤椎后，标记椎弓根中心点的体表投影。常规消毒术区皮肤、铺设无菌手术巾，使用 0.5% 利多卡因在标记点周围及深层组织做浸润麻醉。麻醉效果满意后，沿标记处分别做 2 个长约 1.0 cm 的纵行切口，依次切开皮肤、皮下及深筋膜。在前后位 X 射线透视引导下，将穿刺针尖置于椎弓根投影的外缘，向内倾斜 10°–15°，平行终板向椎体内穿刺，穿刺针穿入骨质约 2 cm 后，术中透视确定其尖端未突破内侧骨皮质。侧位 X 射线透视下确认穿刺针与终板平行，继续穿刺至椎体后缘前方 0.5–1.0 cm，拔出内芯，置入导针，更换粗空心穿刺针继续深入至椎体中后 1/3 处。抽出套芯，植入扩髓钻头，钻至距椎体前缘 3 mm 处，正侧位透视验证穿刺针未进入椎管。退出钻头，两侧依次植入球囊撑开器至椎体前 1/3 处，透视下缓慢扩张球囊撑开椎体，依据对比剂充盈情况判断椎体撑开程度，复位满意后缓慢减压退出球囊。在侧位透视下两侧分别注入骨水泥，确保未进入椎管，每侧注入 1.5–2.0 mL，术中透视见骨水泥弥散满意，缝合切口。

1.5.2 椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术方法 全麻麻醉生效后，患者俯卧于手术床上，C 臂机定位伤椎，在伤椎及其上下相邻椎体标记椎弓根中心点的体表投影。常规消毒、铺无菌手术巾，沿伤椎上下椎体的椎弓根中心点的体表投影，做 4 处长 1.5–2.0 cm 的纵行切口，依次切开皮肤、皮下及深筋膜。在前后位 X 射线透视引导下将穿刺针尖置于椎弓根投影的外缘，平行终板向椎体内穿刺，穿刺针进入骨质内约 2 cm 后，透视确定穿刺针尖端在椎弓根投影内未突破内侧皮质。侧位透视确认穿刺针与终板平行，继续穿刺至椎体后缘前方 0.5–1.0 cm，拔出内芯，置入导丝，取出穿刺针。通过导丝，依次导入扩大管及保护套管，用中空丝攻扩大钉道，再将椎弓根螺钉通过导丝拧入椎体，取出导丝，C 臂机透视确认内固定位置是否良好，同法植入另外 3 枚椎弓根钉。连接尾帽和骨水泥推杆，沿 4 枚椎弓根螺钉尾部分别注入骨水泥，注入的骨水泥要与骨水泥螺钉完全相融形成一个完整的骨水泥块，骨水泥注射量应在不渗漏的情况下尽可能多，以提供足够的充填及锚定支撑能力。透视见骨水泥弥散满意，安置置棒器，经皮将固定棒依次植入上下椎弓根螺钉尾槽中，依次拧入固定螺帽，临时旋紧上方螺帽，然后利用撑开器透视下撑开复位，C 臂 X 射线机透视椎体高度恢复满意后，紧固左侧螺帽。去除右侧连接棒，保留左侧连接棒以维持伤椎复位；依照经皮穿刺椎体后凸成形手术（同上），对伤椎行骨水泥强化。撤出穿刺针，再经皮穿入右侧连接棒锁紧螺帽；缝合切口，无需放置引流，无菌包扎。

1.5.3 术后处理 两组患者术前 30 min 预防性注射抗生素（注射用头孢呋辛钠，山东罗欣，1.5 g），术后 24 h 内静脉注射抗生素（注射用头孢呋辛钠，山东罗欣，1.5 g）。两组患者术后予以镇痛、消肿等对症处理，定期换药。术后第 1 天，嘱患者俯卧于床上，在医生指导下行腰背肌锻炼；术后第 2 天，在腰围保护下适度下地活动，切口 14 d 拆线。腰围需佩戴 1 个月。所有患者均接受规范抗骨质疏松治疗：标准日剂量钙（口服 800–1 200 mg/d）、活性维生素 D3 补充（口服 0.5 μg/d）、唑来膦酸注射液（静脉滴注，5 mg/ 年）。

1.6 主要观察指标

1.6.1 围术期指标 包括手术时间、总切口长度、透视次数、失血量和术后住院时间。

1.6.2 椎体影像学评价 术前及术后 1 周、6 周、12 周、6 个月和 12 个月，拍摄胸腰椎正侧位 X 射线片，记录椎体前缘高度比和脊柱 Cobb 角^[12]。

椎体前缘高度比：伤椎前缘参考高度 = (伤椎上位椎体前缘高度 + 伤椎下位椎体前缘高度) / 2。伤椎前缘高度比 = 伤椎前缘实际高度 / 伤椎前缘参考高度 × 100%。

脊柱 Cobb 角：在 X 射线侧位片上分别作伤椎上位椎体上终板线和伤椎下位椎体的下终板线的垂线，两垂线的交角即为脊柱 Cobb 角。

1.6.3 术后疗效评估 术前及术后 1 周、6 周、12 周、6 个月和 12 个月时，使用目测类比分值和 Oswestry 功能障碍指数评估患者腰部功能^[12]。

目测类比分值：使用一条长约 10 cm 的游动标尺来评估患者疼痛程度的方法，标尺上分别有“0”端和“10”端，“0-3”代表轻微疼痛，“4-6”代表可耐受的疼痛但已影响生活，“7-10”代表难以忍受的疼痛，无法耐受。患者按自己感受的疼痛程度在标尺上标出一个位置，医生根据患者标出的位置评出一个分数。

Oswestry 功能障碍指数：是一种用于评估患者腰部功能的系统，包括 10 个问题，涉及疼痛强度、生活自理、提物、步行、坐位、站位等方面，每个问题有 6 个选项，以 0-5 分的标准评定，最终得分 =10 个问题总分 ÷ 50×100%。评分越高说明腰部功能越差。

1.6.4 并发症 记录术后并发症发生情况。

1.7 统计学分析 所有数据分析均通过 SPSS 22.0 for Windows (SPSS Inc., 芝加哥, 伊利诺伊州, 美国) 软件进行。统计显著性设定为 $P < 0.05$ (双侧)。连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示，分类变量以病例数和百分比表示。分类变量进行卡方检验。Kolmogorov-Smirnov 检验用于检测连续变量是否遵循正态分布，如果符合正态分布，用独立样本的 Student t 检验进行比较；否则使用 Mann-Whitney U 检验。该文统计学方法已经上海市第七人民医院生物统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 试验组患者随访时间为 (16.8±4.2) 个月，对照组患者随访时间为 (16.2±3.7) 个月，两组随访时间比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。49 例患者全部完成术后 12 个月以上随访，进入结果分析。

2.2 试验分组流程图 见图 1。

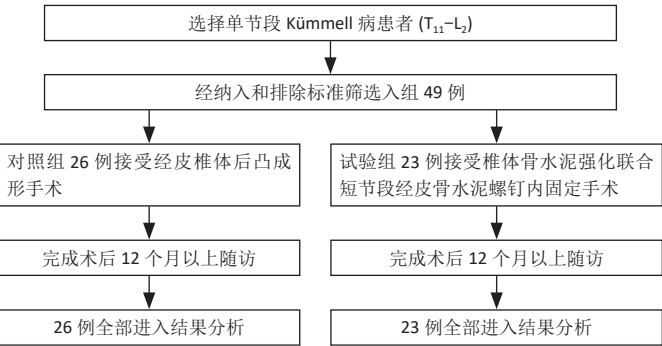


图 1 | 试验分组流程
Figure 1 | Trial flow chart of group assignment

2.3 两组患者一般资料比较 两组患者的年龄、性别、身高、体质量、体质量指数、骨折节段、病史及骨密度等一般资料相比差异均无显著性意义 ($P > 0.05$)，见表 2，具有可比性。

表 2 | 两组患者一般资料比较
Table 2 | Comparison of general data of patients in both groups

项目	试验组 (n=23)	对照组 (n=26)	P 值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	58.4±6.5	57.3±6.2	0.69
男 / 女 (n)	8/15	7/19	0.55
身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	169.5±9.9	168.9±8.9	0.78
体质量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	65.0±12.1	63.2±14.7	0.53
体质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	24.3±3.0	23.4±3.8	0.24
骨折节段 (n)			0.44
T ₁₁ 椎体	3	5	
T ₁₂ 椎体	4	5	
L ₁ 椎体	8	9	
L ₂ 椎体	8	7	
高血压病 (n)	11	14	0.67
糖尿病 (n)	13	13	0.65
吸烟史 (n)	6	5	0.57
腰椎骨密度 ($\bar{x} \pm s$, g/cm ²)	0.73±0.05	0.74±0.06	0.84
腰椎 T 值 ($\bar{x} \pm s$)	-3.5±0.7	-3.6±0.5	0.73

表注：试验组患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术，对照组患者接受经皮椎体后凸成形手术。

2.4 两组患者围术期指标比较 试验组手术时间、切口长度、术中出血量与住院时间均多于对照组 ($P < 0.001$ 或 $P < 0.05$)，两组透视次数比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，见表 3。两组患者术中均未发生血管、神经损伤及骨水泥渗漏等并发症。

表 3 | 两组患者围术期指标比较
Table 3 | Comparison of perioperative indexes between two groups of patients

项目	试验组 (n=23)	对照组 (n=26)	P 值
手术时间 (min)	53.3±7.9	32.3±7.5	< 0.001
切口长度 (cm)	6.2±1.5	1.8±0.6	< 0.001
透视次数	25.8±6.8	23.4±5.5	0.680
术中出血量 (mL)	20.3±4.5	4.9±2.1	< 0.001
住院时间 (d)	7.1±3.8	3.8±1.8	0.023

表注：试验组患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术，对照组患者接受经皮椎体后凸成形手术。

2.5 两组患者影像学检查结果比较 术前，两组间脊柱 Cobb 角和伤椎前缘高度比较差异均无显著性意义 ($P > 0.05$)；与术前相比，两组患者术后的脊柱 Cobb 角和伤椎前缘高度比均明显改善 ($P < 0.05$)，并且试验组 (或对照组) 术后 1 周的脊柱 Cobb 角、伤椎前缘高度比与术后 12 个月相比差异无显著性意义 ($P > 0.05$)；试验组患者术后 1 周、6 周、12 周、6 个月、12 个月的脊柱 Cobb 角均低于对照组 ($P < 0.05$)，术后 1 周、6 周、12 周、6 个月、12 个月的伤椎前缘高度比均高于对照组 ($P < 0.05$)，见表 4。

表 4 | 两组患者影像学检查结果比较 (x̄±s)
Table 4 | Comparison of radiological results in both groups of patients

项目	试验组 (n=23)	对照组 (n=26)	P 值
脊柱 Cobb 角 (°)			
术前	23.1±4.5	24.3±4.4	0.78
术后 1 周	7.0±3.2 ^a	9.7±3.6 ^a	< 0.001
术后 6 周	6.9±3.2 ^a	9.7±3.2 ^a	< 0.001
术后 12 周	6.9±2.8 ^a	9.4±3.3 ^a	< 0.001
术后 6 个月	7.2±2.0 ^a	9.8±3.2 ^a	< 0.001
术后 12 个月	7.6±3.2 ^a	10.3±3.6 ^a	< 0.001
伤椎前缘高度比 (%)			
术前	35.9±3.9	35.6±3.4	0.67
术后 1 周	95.6±1.8 ^a	93.1±2.4 ^a	< 0.001
术后 6 周	95.8±3.2 ^a	92.3±2.0 ^a	< 0.001
术后 12 周	95.2±2.8 ^a	92.6±2.0 ^a	< 0.001
术后 6 个月	94.9±2.2 ^a	92.7±2.3 ^a	< 0.001
术后 12 个月	94.6±2.0 ^a	91.8±2.3 ^a	< 0.001

表注：试验组患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术，对照组患者接受经皮椎体后凸成形手术。与术前相比，^aP < 0.05。

2.6 两组临床疗效比较 术前，两组间 Oswestry 功能障碍指数与目测类比评分比较差异均无显著性意义 ($P > 0.05$)；与术前相比，两组患者术后的 Oswestry 功能障碍指数与目测类比评分均明显改善 ($P < 0.05$)；试验组患者术后 1 周、12 个月的 Oswestry 功能障碍指数与腰椎目测类比评分均低于对照组 ($P < 0.05$)，试验组术后 12 个月的 Oswestry 功能障碍指数、目测类比评分均低于术后 1 周 ($P < 0.05$)，见表 5。

表 5 | 两组患者术后腰部功能和疼痛评估比较 (x̄±s)
Table 5 | Comparison of postoperative lumbar function and pain evaluation between the two groups of patients

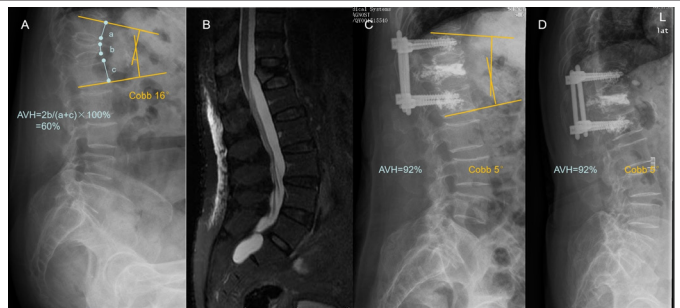
项目	试验组 (n=23)	对照组 (n=26)	P 值
Oswestry 功能障碍指数 (%)			
术前	89.2±7.2	88.4±7.0	0.63
术后 1 周	28.3±6.0 ^a	43.8±5.7 ^a	0.02
术后 12 个月	14.1±1.7 ^{ab}	38.2±6.1 ^a	< 0.001
目测类比评分			
术前	8.4±0.8	8.4±0.9	0.95
术后 1 周	2.3±0.5 ^a	3.2±0.7 ^a	0.03
术后 12 个月	0.5±0.4 ^{ab}	2.7±0.9 ^a	< 0.001

表注：试验组患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定手术，对照组患者接受经皮椎体后凸成形手术。与术前相比，^aP < 0.05；与术后 1 周相比，^bP < 0.05。

2.7 两组术后并发症比较 随访期间，对照组有 5 例发生相邻椎体骨折、3 例发生严重的脊柱后凸畸形，试验组有 1 例发生术后切口并发症，两组均未出现术后感染、椎管骨水泥渗漏、肺部感染、压疮、尿潴留、下肢深静脉血栓、内固定松动或失败等并发症。

2.8 典型病例

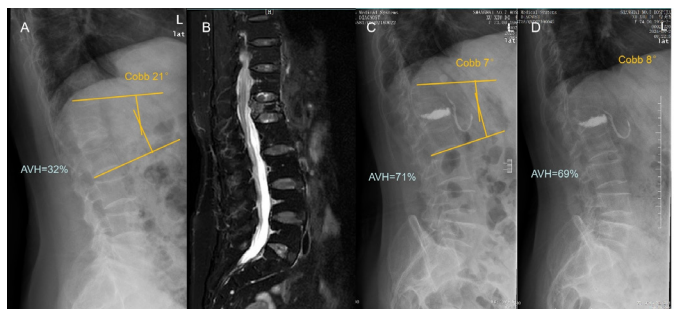
病例 1：82 岁女性患者，因腰痛并活动受限 6 个月且加重 1 个月入院，诊断：T₁₂ 椎体 Kümmell 病 (II 期)，行椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定治疗，获得了较好的疗效。该患者手术前后的影像资料，见图 2。



图注：该患者接受椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定治疗。图 A 为治疗前侧位 X 射线片，显示椎体塌陷楔形变、椎体高度丢失 (椎体前缘高度比 AVH=60%)、胸腰段后凸畸形 (Cobb 角 16°)；B 为治疗前矢状位 MRI 片，显示椎体上终板骨折、椎体内呈“真空征”改变；C，D 分别为治疗后 1 周、12 个月侧位 X 射线片，显示椎体高度恢复良好 (椎体前缘高度比 AVH=92%)，胸腰段后凸畸形显著改善 (Cobb 角 5°)，伤椎骨水泥分布良好，椎弓根螺钉位置良好，钉道强化骨水泥弥散满意。

图 2 | 女性 82 岁 T₁₂ 椎体 II 期 Kümmell 病患者治疗前后的影像资料
Figure 2 | Imaging data of an 82-year-old female patient with T₁₂ vertebral stage II Kümmell's disease before and after treatment

病例 2：77 岁女性患者，应腰痛并活动受限 3 个月且加重 2 周入院，诊断：L₁ 椎体 Kümmell 病 (II 期)，行经皮椎体后凸成形治疗，获得了较好的疗效。该患者手术前后的影像资料，见图 3。



图注：该患者接受经皮椎体后凸成形治疗。图 A 为治疗前侧位 X 射线片，显示椎体塌陷楔形变、椎体高度丢失 (椎体前缘高度比 AVH=32%)、胸腰段后凸畸形 (Cobb 角 21°)；B 为治疗前矢状位 MRI 片，显示椎体上终板骨折、椎体内呈“真空征”改变；C，D 分别为治疗后 1 周、12 个月侧位 X 射线片，显示椎体高度恢复满意 (椎体前缘高度比 AVH=71%，69%)，胸腰段后凸畸形显著改善 (Cobb 角 7°，8°)，伤椎骨水泥分布良好。

图 3 | 女性 77 岁 L₁ 椎体 II 期 Kümmell 病患者治疗前后的影像资料
Figure 3 | Imaging data of a 77-year-old female patient with L₁ vertebral stage II Kümmell's disease before and after treatment

3 讨论 Discussion

近年来，随着人口老龄化和影像诊断技术的提高，胸腰椎骨质疏松骨折导致的 Kümmell 病发病率不断增加 [1-3, 13-14]。Kümmell 病指脊柱创伤后迟发的椎体塌陷及进行性脊柱后凸，PAN 等 [3-4, 15-16] 将 Kümmell 病的自然病程由轻到重分为 3 期并强调分期论治，II - III 期患者常需采取手术治疗以缓解疼痛、稳定脊柱、纠正后凸畸形、解除神经压迫。手术治疗不仅要固定骨折塌陷的椎体，还要恢复塌陷椎体的高度，重建脊柱矢状面的平衡，维持脊柱正常的生物力学状态 [17]。Kümmell 病多见于高

龄患者，常合并其他基础疾病且对开放性手术耐受性较差，而且长节段固定限制了脊柱活动，会增加邻近节段椎体骨折或退变的风险，因此，相比较开放性手术，经皮椎体成形等微创技术治疗 II 期 Kümmell 病具有更好的优势^[5-8, 18-21]。然而，经皮椎体成形手术有很多并发症，术中常发生椎体高度恢复不佳、后凸畸形无法完全矫正，术后常发生受累椎体再次骨折、骨水泥弥散效果差、骨水泥块移位甚至脱出、相邻椎体骨折、疼痛缓解不佳等^[5-8, 22-25]。为减少经皮椎体后凸成形术的术后并发症，LEE 等^[11]和 ZHANG 等^[10]采用伤椎骨水泥强化代替植骨，联合后路椎管减压短节段固定治疗伴神经症状的 Kümmell 病，取得了良好的临床疗效。所以，选择切实有效固定伤椎、重建脊柱稳定性的手术方式，同时减轻后路手术操作过程中的医源性损伤具有重要的临床意义^[10-11, 26-27]。此次研究分析比较椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定与经皮椎体后凸成形治疗 II 期 Kümmell 病的临床效果，着重对治疗后脊柱稳定情况和脊柱功能恢复情况进行评估。

此次研究结果显示，椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定组手术时间、切口长度与术中出血量均大于经皮椎体后凸成形组。骨水泥强化联合经皮骨水泥螺钉固定需要对伤椎上下 2 个相邻椎体通过经皮脊柱钉棒系统固定，手术过程更加复杂、出血较多、创伤相对较大，固定后对伤椎进行骨水泥填充，所以手术时间、切口长度、术中出血量都更多。但是，由于椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定也是微创手术，实际过程中总失血量并不多，所有的患者均能耐受手术，两组术后并发症发生情况无差异，说明两种手术方式也均符合快速康复的理念。

通过矢状面脊柱 Cobb 角变化来评估伤椎后凸畸形程度，使用伤椎前缘高度比来评估伤椎前缘的恢复程度。虽然两种手术方式都可以一定程度上恢复伤椎形态，但椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定组在术后各个时间节点的脊柱 Cobb 角和椎体前缘高度均优于经皮椎体后凸成形组，这是由于钉棒系统可以利用撑开器透视下撑开复位，比经皮椎体后凸成形手术过程中球囊撑开复位的复位效果更好^[28]，同时，椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定组通过骨水泥填充裂隙来支撑伤椎的前中柱、椎弓根螺钉稳定后柱，可以达到三柱稳定性，该组脊柱的生物力学更加稳定^[29]。从长期预后来看，试验组患者术 12 个月的 Oswestry 功能障碍指数与腰椎目测类比评分均低于对照组 ($P < 0.05$)，说明椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定可以通过良好的术中复位和稳定的脊柱生物力学结构缓解患者术后腰痛，改善患者腰部功能。在并发症方面，对照组有 5 例发生相邻椎体

压缩骨折和 3 例严重的脊柱后凸畸形，而试验组则未出现，原因：对于 II 期患者椎体压缩更重，单纯使用球囊无法撑起压缩的椎体；Kümmell 病的裂隙周围是纤维软骨及坏死硬化骨，裂隙中的骨水泥难以与周围骨小梁交联，椎体的稳定性较低，这 2 个原因导致骨水泥无法完全稳定伤椎^[10-11, 30]。同时，由于经皮椎体后凸成形术后脊柱后柱系统没有足够的支撑，也更容易因脊柱稳定性差而导致相邻椎体发生压缩性骨折和严重的后凸畸形^[6-8, 10-11, 31]。该研究为回顾性研究，随访时间短且病例数相对较少，未来应进行大样本的前瞻性研究，进一步验证两种手术方式的治疗效果。

综上所述，与传统的经皮椎体后凸成形治疗相比，椎体骨水泥强化联合短节段经皮骨水泥螺钉内固定治疗 II 期 Kümmell 病可以更好地恢复患椎的高度、维持伤椎形态、改善脊柱功能、减轻腰部疼痛。

作者贡献：禹宝庆进行试验设计，试验实施为盛文博、李四波，试验评估为刘丙立、敖荣广，资料收集为盛文博，盛文博成文，禹宝庆审核。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明：这是一篇开放获取文章，根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款，在合理引用的情况下，允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展，同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献，并为之建立索引，用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让：文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范：该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND 声明)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。文章经小同行外审专家双盲外审，同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] ZHANG X, HU W, YU J, et al. An Effective Treatment Option for Kümmell Disease With Neurological Deficits: Modified Transpedicular Subtraction and Disc Osteotomy Combined With Long-Segment Fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(15):E923-E930.
- [2] 姚汝斌, 王仕永, 杨开舜. 椎弓根内骨水泥灌注联合椎体后凸成形治疗 Kümmell 病: 增强椎体内骨水泥团块稳定性 [J]. 中国组织工程研究, 2021,25(28):4435-4440.
- [3] PAN D, CHEN D. Comparison of Unipedicular and Bipedicular Percutaneous Kyphoplasty for Kümmell's Disease. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2022;13:215.
- [4] KOU YH, ZHANG DY, ZHANG JD, et al. Vertebroplasty with high-viscosity cement versus conventional kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis. *ANZ J Surg*. 2022;92(11):2849-2858.
- [5] ZHANG JQ, ZENG ZY, LU HG, et al. A comparative study of PSPVP and PSIBG in the treatment of stage II-III Kümmell's disease. *Biomed Mater Eng*. 2023;34(3):261-276.
- [6] MO GY, ZHOU TP, GUO HZ, et al. Long-term efficacy and safety of bone cement-augmented pedicle screw fixation for stage III Kümmell disease. *Sci Rep*. 2021;11(1):13647.

- [7] 詹乙, 康鑫, 王宇航, 等. 新型骨水泥螺钉与传统方式治疗 Kummell 病的生物力学分析 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(21): 3381-3388.
- [8] CABRERA JP, CAMINO-WILLHUBER G, GUIROY A, et al. Vertebral augmentation plus short-segment fixation versus vertebral augmentation alone in Kümmell's disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2022; 45(2): 1009-1018.
- [9] 钱冰, 郝定均, 郑永宏, 等. 两种术式治疗不稳定型 Kümmell 病的疗效比较 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(2): 185-190.
- [10] ZHANG GQ, GAO YZ, ZHENG J, et al. Posterior decompression and short segmental pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for Kümmell's disease with neurological deficits. *Exp Ther Med.* 2013; 5(2): 517-522.
- [11] LEE SH, KIM ES, EOH W. Cement augmented anterior reconstruction with short posterior instrumentation: a less invasive surgical option for Kummell's disease with cord compression. *J Clin Neurosci.* 2011; 18(4): 509-514.
- [12] SHENG W, JIANG H, HONG C, et al. Comparison of outcome between percutaneous pedicle screw fixation and the Mini-Open Wiltse Approach with pedicle screw fixation for neurologically intact thoracolumbar fractures: A retrospective study. *J Orthop Sci.* 2022; 27(3): 594-599.
- [13] SHEN H, TANG W, YIN X, et al. Comparison between percutaneous short-segment fixation and percutaneous vertebroplasty in treating Kummell's disease: A minimum 2-year follow-up retrospective study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2024; 37(1): 195-203.
- [14] KO MJ, LEE BJ. Kummell's Disease is Becoming Increasingly Important in an Aging Society: A Review. *Korean J Neurotrauma.* 2023; 19(1): 32-41.
- [15] CHANG JZ, BEI MJ, SHU DP, et al. Comparison of the clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty vs. kyphoplasty for the treatment of osteoporotic Kümmell's disease: a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020; 21(1): 238.
- [16] ZHONG S, BAO F, FAN Q, et al. Prevention of Bone Cement Displacement in Kümmell Disease without Neurological Deficits through Treatment with a Novel Hollow Pedicle Screw Combined with Kyphoplasty. *Orthop Surg.* 2023; 15(10): 2515-2522.
- [17] 张建乔, 胡旭琪, 俞伟, 等. 椎体成形术联合短节段椎弓根螺钉内固定治疗 II、III 期 Kümmell 病 [J]. 脊柱外科杂志, 2023, 21(6): 361-367.
- [18] 张钟巍, 苟鹏国, 张志国, 等. Kümmell 病的研究进展 [J]. 脊柱外科杂志, 2024, 22(2): 129-134.
- [19] DAI S, DU Y, CHEN L, et al. A mid- and long-term follow-up study on the bilateral pedicle anchoring technique with percutaneous vertebroplasty for the treatment of Kümmell's disease. *Front Surg.* 2023; 10: 1061498.
- [20] 占方彪, 谢鲤钟, 邹鑫森, 等. 经皮椎体后凸成形与后路椎弓根钉内固定椎体强化治疗 Kummell 病有效与安全性的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(33): 5397-5404.
- [21] KUPPAN N, MUTHU S, PARTHASARATHY S, et al. Strategies in the Management of Osteoporotic Kummell's Disease. *J Orthop Case Rep.* 2022; 12(10): 34-38.
- [22] 吕游, 张超, 刘玥. 阶梯序贯式椎体成形术在 Kummell 病治疗中的临床应用 [J]. 中国骨与关节杂志, 2024, 13(1): 17-20.
- [23] LIU T, GU G, ZHAN C, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and percutaneous vertebroplasty combined with pediculoplasty for Kümmell's disease: a retrospective observational study. *J Orthop Surg Res.* 2023; 18(1): 471.
- [24] GUO J, BAI Y, LI L, et al. A Comparative Study of 2 Techniques to Avoid Bone Cement Loosening and Displacement After Percutaneous Vertebroplasty Treating Unstable Kummell Disease. *Neurospine.* 2024; 21(2): 575-587.
- [25] GAO X, DU J, ZHANG Y, et al. Predictive Factors for Bone Cement Displacement following Percutaneous Vertebral Augmentation in Kümmell's Disease. *J Clin Med.* 2022; 11(24): 7479.
- [26] KAN DJ, HAN DP, WANG JH, et al. Efficacy and Safety of High-Viscosity Bone Cement in Percutaneous Vertebroplasty for Kummell's Disease. *Indian J Orthop.* 2024; 58(5): 575-586.
- [27] CABRERA JP, CAMINO-WILLHUBER G, GUIROY A, et al. Vertebral augmentation plus short-segment fixation versus vertebral augmentation alone in Kümmell's disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2022; 45(2): 1009-1018.
- [28] NING Y, LI Z, HUANG J, et al. Comparison of the Clinical Efficacy and Bone Cement Distribution Difference Between Kummell's Disease and Osteoporotic Vertebral Compression Fracture After Percutaneous Kyphoplasty. *Pain Physician.* 2024; 27(3): E327-E336.
- [29] BAE J, ANG CY, SYED I, et al. Minimally Invasive Surgery Transpedicular Intrabody Cage Technique for the Management of Kummell Disease. *Int J Spine Surg.* 2024; 18(1): 73-80.
- [30] ZHAN Y, BAO C, YANG H, et al. Biomechanical analysis of a novel bone cement bridging screw system combined with percutaneous vertebroplasty for treating Kummell's disease. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023; 11: 1077192.
- [31] PAN D, CHEN D. Comparison of Unipedicular and Bipedicular Percutaneous Kyphoplasty for Kummell's Disease. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2022; 13: 21514593221099264.

(责任编辑: YJ, GW, ZN, QY)