

· 技术创新 ·

经皮植骨椎弓钉固定治疗严重 Kümmell 病[△]

曲新田¹, 管华鹏², 魏传付², 徐展望², 薛海鹏², 高尚¹, 苏友祥¹, 刘研¹, 李念虎^{2*}

(1. 山东中医药大学第一临床医学院, 山东济南 250014; 2. 山东中医药大学附属医院, 山东济南 250014)

摘要: [目的] 介绍经皮植骨椎弓钉固定治疗严重 Kümmell 病的手术技术和初步临床结果。[方法] 2019 年 6 月—2021 年 6 月采用经皮植骨椎弓钉固定治疗严重 Kümmell 病患者 14 例。全麻后取俯卧位, 透视定位进钉点, 做体表标记, 牵引按压复位。经皮置入椎弓钉, 先旋出伤椎一侧螺钉, 顺导钉道置入植骨通道, 将骨粒以通道植入椎体裂隙中, 再行对侧相同操作。最后紧固钉-棒系统。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 无严重并发症。手术时长平均 (112.6±28.2) min, 术中出血量平均 (131.4±77.6) ml。随术前, 术后 1 周及末次随访的时间推移, VAS 评分 [(7.1±0.8), (3.1±0.6), (1.6±0.6), $P<0.001$] 及 ODI 评分 [(75.4±4.1), (30.9±3.7), (16.0±3.5), $P<0.001$] 均显著降低。影像显示内固定位置良好, 与术前相比, 术后 Cobb 角 [(29.1±4.4)°, (12.8±3.8)°, (13.6±3.2)°, $P<0.001$] 和前缘高度 [(11.8±4.0) mm, (20.1±1.5) mm, (19.6±1.2) mm, $P<0.001$] 均显著改善。[结论] 经皮植骨椎弓钉固定治疗严重 Kümmell 病手术微创, 技术可行, 能有效缓解疼痛、矫正后凸畸形、恢复椎体高度。

关键词: Kümmell 病, 经皮植骨, 椎弓钉, 植骨漏斗

中图分类号: R681.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 02-0172-05

Percutaneous bone grafting and pedicle screw fixation for severe Kümmell's disease // QU Xin-tian¹, GUAN Hua-peng², WEI Chuan-fu², XU Zhan-wang², XUE Hai-peng², GAO Shang¹, SU You-xiang¹, LIU Yan¹, LI Nian-hu². 1. The First Clinical College, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China; 2. Affiliated Hospital, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China

Abstract: [Objective] To introduce the surgical techniques and preliminary clinical results of percutaneous bone grafting and pedicle screw fixation for severe Kümmell's disease. [Methods] From June 2019 to June 2021, 14 patients received the abovementioned surgical procedures for severe Kümmell's disease. After general anesthesia, the location of screw insertion points under fluoroscopy with body surface marks in prone position were conducted, and manual reduction of the fracture by traction and compression, the pedicle screws were placed percutaneously. The screw in the injured vertebra on one side was temporarily removed, then a channel was inserted into the fissure of the fractured vertebrae over the screw tract and granular bone autografts were implanted through the channel followed by reinserting the pedicle screw. After that, the same operation was performed on the opposite side. Finally, the pedicle screw-rod system was fastened to finish the fixation. [Results] All patients had operations performed smoothly without serious complications with operation time of (112.6±28.2) min, and intraoperative blood loss of (131.4±77.6) ml. With time preoperatively, 1 week postoperatively and the latest follow-up, the VAS [(7.1±0.8), (3.1±0.6), (1.6±0.6), $P<0.001$] and ODI scores [(75.4±4.1), (30.9±3.7), (16.0±3.5), $P<0.001$] significantly decreased. In term of radiograph, all the patients had the implants in good position, with significantly improved local kyphotic Cobb angle [(29.1±4.4)°, (12.8±3.8)°, (13.6±3.2)°, $P<0.001$] and anterior vertebral height [(11.8±4.0) mm, (20.1±1.5) mm, (19.6±1.2) mm, $P<0.001$] postoperatively compared with those preoperatively. [Conclusion] The percutaneous bone grafting and pedicle screw fixation are minimally invasive and technically feasible, and do effectively relieve pain, correct kyphotic deformity and restore vertebral height for severe Kümmell's disease.

Key words: Kümmell's disease, percutaneous bone grafting, pedicle screw, bone grafting channel

Kümmell 病由 Kümmell^[1] 在 1895 年首次提出, 通常是指骨质疏松患者在轻微外伤下, 出现短暂的腰

背部疼痛, 期间经历时间长短不等的无症状期, 而后出现疼痛加重、后凸畸形及神经损害症状, 临床上又

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.02.14

△基金项目: 山东省老年医学学会重点项目(编号:LKJGG2021Z009); 徐展望全国名老中医药专家传承工作室建设项目(编号:国中医药人教函[2022]75号); 脊柱正骨手法中医药特色技术项目(编号:鲁卫函[2022]93号)

作者简介: 曲新田, 在读硕士研究生, 研究方向: 脊柱脊髓损伤与脊柱退变相关疾病, (电话)15194181373, (电子信箱)397121399@qq.com

***通信作者:** 李念虎, (电话)13031724589, (电子信箱)tigerlee073@126.com

称为创伤后迟发性椎体骨坏死、椎体假关节形成等^[2, 3]。Kümmell 病是骨质疏松性椎体压缩骨折的常见并发症, 老年人的发病率为 7%~37%^[4], 好发于胸腰段, 发病机制主要有椎体缺血性坏死学说和椎体假关节形成学说^[5]。Li^[6] 将 Kümmell 病分为 3 期, 临床上对于压缩较重的 II 期和无神经症状 III 期多选择骨水泥或结合后路内固定治疗^[7, 8], 然而骨水泥手术存在渗漏、移位、高度维持差、毒性等缺陷。近来部分学者采用后正中或肌间隙入路经椎弓根或椎弓根基底部植骨治疗 III 期 Kümmell 病^[9-12], 效果较好, 但术式治疗无神经症状 Kümmell 病创伤仍太大。笔者科室在 2019 年 6 月—2021 年 6 月运用经皮植骨椎弓钉固定技术治疗 II 期及无神经症状 III 期 Kümmell 病患者 14 例, 发挥了微创和植骨的优点, 现将手术技术与临床结果报告如下。

1 手术技术

1.1 术前准备

所有患者入院后详细询问病史, 完善入院记录等相关资料; 完善术前常规检查, 包括胸腰椎正侧位 X 线片、CT (图 1a)、MRI (图 1b) 及骨密度检查等, 合并心脑血管系统相关疾病者补充动态心电图、颅脑 MRI、肺功能等相关检查; 实验室检验包括血生化、血常规+CRP、血沉、凝血四项、骨松五项等。采用 CT 三维成像测量椎弓根宽度, 确保大于植骨漏斗直径 (5.5 mm); 在侧位 X 线片上测量术前伤椎前缘高度、后凸 Cobb 角度; 采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 对患者术前疼痛程度和生活质量进行评估。排除手术禁忌后, 根据患者基础状况和各项检查结果确定手术方案, 个体化定制胸腰椎支具。

1.2 麻醉与体位

所有患者行全身麻醉, 取俯卧位, 在肩、胸和髋骨位置适度垫高, 悬空腹部以减少腹腔压力, 脊柱略过伸以助伤椎高度恢复。

1.3 手术操作

透视定位手术椎体椎弓根体表投影, 并做标记, 行牵引按压, 促进骨折复位。常规术区消毒, 铺无菌巾。用合适大小的穿刺针在透视下于手术椎体双侧椎弓根体表投影的 3 点、9 点处分别穿刺至椎体前中 1/3, 穿刺时注意尾倾和外展角度, 伤椎穿刺针一定要到达椎体裂隙内, 穿刺过程连续透视以防穿刺针进入

椎管, 关键点是当正位示穿刺针达椎弓根内缘时, 侧位见穿刺针到达或刚过椎体后缘。顺穿刺针插入导针, 碰到骨质时固定导针, 退出穿刺针, 透视确定导针位置良好。依次扩大开口, 导针引导下攻丝, 置入螺钉, 伤椎双侧椎弓根螺钉直径应 ≥ 5.5 mm, 透视椎弓根钉位置满意。将伤椎一侧螺钉顺导针缓慢旋出, 将植骨漏斗顺导针经原钉道置入椎体 (图 1c), 可用骨锤轻轻敲击漏斗使其缓慢置入, 因漏斗内径较导针宽阔, 所以必须沿原钉道置入并连续透视, 避免进入椎管, 直至侧位见植骨漏斗达骨折间隙, 正位见漏斗前端不超过棘突即可; 撤出导针, 用植骨棒顺植骨漏斗打入适量修剪好的同种自体骨骨粒 (图 1d), 骨锤敲击植骨棒以助骨粒推进并打实, 术中透视观察植骨位置, 防止骨粒进入椎管内或椎体外而引起神经或血管损伤; 足量植骨后顺导针退出植骨漏斗, 并沿导针拧入螺钉, 对侧重复上述操作 (图 1e)。若伤椎裂隙周围硬化严重, 单纯植骨难以恢复高度, 可在植骨前用 PKP 手术套组中的加压球囊将伤椎撑开, 或将对侧连接预弯钛棒撑开, 皆能辅助恢复椎体高度。待植骨完成 (图 1f), 连接好双侧预弯钛棒, 拧紧螺塞, 断尾臂, 仔细冲洗后, 逐层缝合, 无菌敷料贴敷切口, 术毕。

1.4 术后处理

术后给予静脉补液、镇痛及接骨续筋药物治疗。术后第 1 d 予以低分子肝素皮下注射, 加强双下肢伸屈关节等功能锻炼, 预防双下肢静脉血栓形成; 并予中药热奄包热敷腹部和口服恢复胃肠道功能药物以促进排气。术后第 2~3 d 拔出尿管、切口无菌换药, 患者佩戴支具下地活动。此后每 3 d 一次无菌换药, 直至切口愈合拆线。出院后规范抗骨质疏松治疗, 口服钙剂、维生素 D₃, 或定期静脉用促进成骨、抑制破骨等药物。

2 临床资料

2.1 一般资料

2019 年 6 月—2021 年 6 月采用经皮植骨椎弓钉固定治疗的 II 期及无神经症状 III 期 Kümmell 病患者 14 例, 男女各 7 例; 年龄 54~72 岁, 平均 (64.5 \pm 4.6) 岁; 骨折部位为 T₁₁~L₁, 其中 T₁₁ 椎体 2 例, T₁₂ 椎体 7 例, L₁ 椎体 5 例; 所有患者均有明显的腰背部疼痛, 部分存在后凸畸形, 但所有患者都不伴双下肢神经症状。术中植骨全部采用同种自体骨。本研究经医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意并签署知

情同意书。

2.2 初步结果

所有患者均顺利完成手术，无神经损伤、切口感染等严重并发症发生。手术时长 76~160 min，平均 (112.6 ± 28.2) min；术中出血量 50~290 ml，平均 (131.4 ± 77.6) ml。术后切口均 I 期愈合。

术后随访 13~20 个月，平均 (16.4 ± 2.1) 个月。VAS 评分由术前的 (7.1 ± 0.8) 分，显著减少至术后 1 周的 (3.1 ± 0.6) 分及末次随访的 (1.6 ± 0.6) 分 ($P < 0.001$)；ODI 由术前的 (75.4 ± 4.1) % 显著减少至术

后 1 周的 (30.9 ± 3.7) % 及末次随访的 (16.0 ± 3.5) % ($P < 0.001$)。

影像方面，伤椎后凸 Cobb 角由术前的 (29.1 ± 4.4) ° 显著减小至术后 1 周的 (12.8 ± 3.8) ° 及末次随访的 (13.6 ± 3.2) ° ($P < 0.001$)；伤椎前缘高度由术前的 (11.8 ± 4.0) mm 显著恢复至术后 1 周的 (20.1 ± 1.5) mm 及末次随访的 (19.6 ± 1.2) mm ($P < 0.001$)；末次随访与术后 1 周相比，伤椎后凸 Cobb 角稍增大、前缘高度略丢失，但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。所有患者植骨愈合良好，未见明显内固定松动。

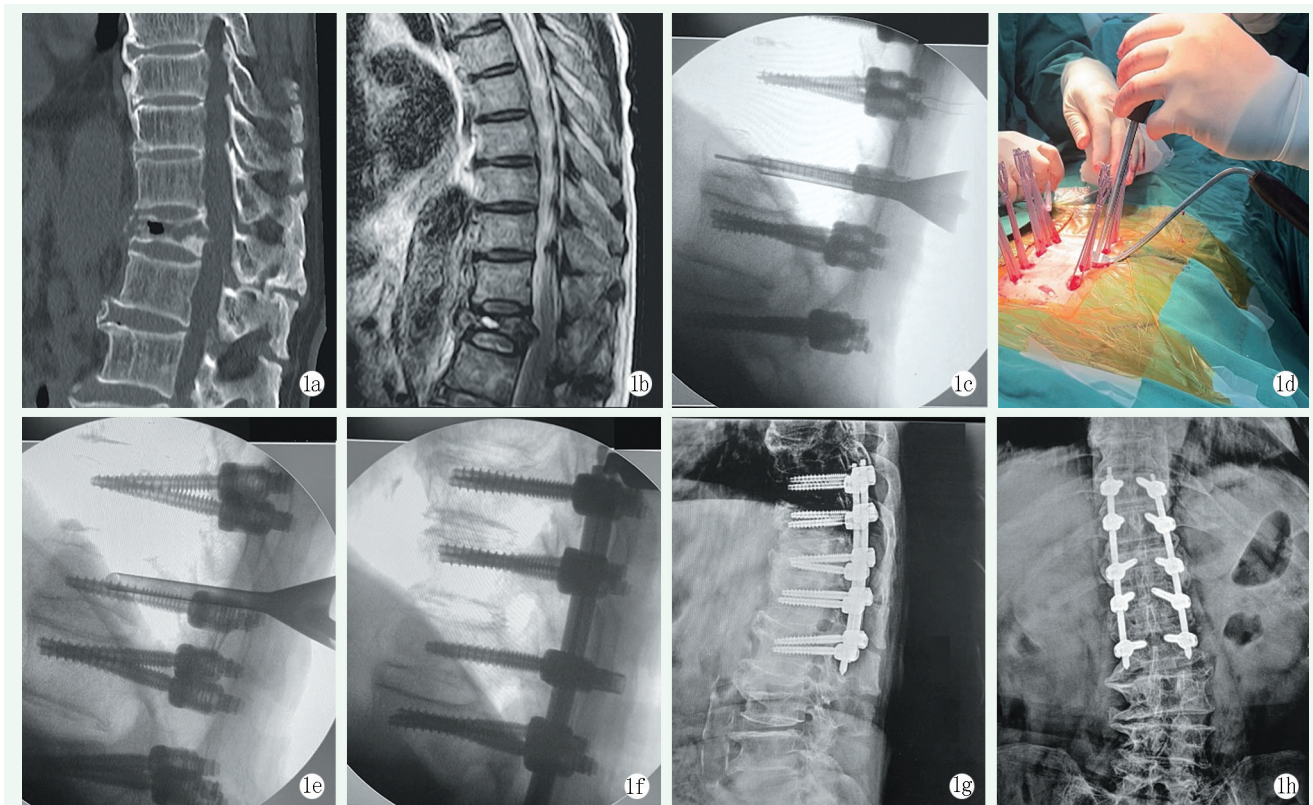


图 1 患者，男，75 岁，因摔伤致腰背部疼痛半年入院。1a: 术前 CT 骨窗矢状位示 T₁₂ 椎体骨折，高度明显丢失，椎体内低密度影；1b: 术前 T2 像矢状位 MRI 示 T₁₂ 椎体压缩骨折表现，椎体内真空裂隙，高信号表示裂隙内有液体；1c: 术中俯卧位置钉后伤椎前缘高度略恢复，伤椎一侧椎弓钉已旋出，植骨漏斗顺导针经钉道置入椎体内；1d: 术者用植骨棒顺植骨漏斗植入骨粒；1e: 一侧植骨已完成，椎体前缘可见低密度骨团，高度部分恢复，对侧置入植骨漏斗准备植骨；1f: 双侧植骨完成，可见伤椎裂隙内充实骨团，高度显著恢复，伤椎已置入双侧螺钉并连接好预弯钛棒；1g: 末次随访侧位 X 线片可见椎体高度维持较好，未见明显塌陷；1h: 末次随访正位 X 线片示螺钉位置及椎体高度满意。

Figure 1. A 75-year-old female was admitted to hospital due to lower back pain for half a year secondary to a fall. 1a: Preoperative CT sagittal view showed a fracture of the T₁₂ vertebral body with significant loss of height and intravertebral hypointense shadow; 1b: Preoperative T2 image of sagittal MRI revealed T₁₂ vertebral compression fracture with high signal fissure in the vertebral body, indicating fluid in the fissure; 1c: The anterior height of the injured vertebra recovered slightly as screwed in the prone position, with the pedicle screw on one side removed, and the bone grafting channel placed into the vertebral body through the screw tract; 1d: Bone grafting was conducted through the channel; 1e: After bone grafting on one side, the low-density shadow of the graft was seen at the anterior vertebral body, with the partially restored anterior height, while bone grafting channel was placed on the opposite side for further bone grafting; 1f: Fluoroscopy after bilateral bone grafting and finishing pedicle screw-rod system fixation demonstrated the bone grafts filling in the fissure of the injured vertebra with significant vertebral height recovery; 1g: lateral X-ray at the latest follow-up showed good maintenance of vertebral body height without notable collapse; 1h: Anteroposterior X-ray at last follow-up presented implants in proper positions and satisfactory recovery of vertebral height.

3 讨论

Kümmell 病保守治疗往往效果不佳^[13]，目前以手术治疗为主，应根据不同的分期选择不同的术式。II 期 Kümmell 病在临床上多采用经皮椎体成形术或经皮椎体后凸成形术治疗，具有创伤小、疼痛缓解快、花费少等优点，但骨水泥注入不仅阻碍了骨性愈合，还存在渗漏、移位等多种风险，而且在矫正后凸和维持椎体高度方面也没有优势^[14]。III 期 Kümmell 病的手术治疗存有很大争议，主要是因为 III 期椎体后壁破裂而部分患者并不伴有神经症状，这很大程度上影响了术式的选择，尽管有研究证实无神经症状者可行骨水泥手术^[15]，但骨水泥渗漏等并发症一旦发生，处理将非常棘手；笔者认为伴随神经症状的 III 期患者仍以前路、后路或前后路联合减压为主^[16]，而无神经症状者应选择非骨水泥的微创术式治疗，作者按照此原则将经椎弓根植骨和经皮置钉技术整合，用于治疗 II 期和无神经症状 III 期 Kümmell 病。

经皮植骨椎弓钉固定具有以下优点：(1) 植骨的组织相容性好，能够诱导骨形成，可产生容积效应，避免蛋壳现象，植骨愈合后能恢复椎体骨结构，增强脊柱稳定性^[17]，也避免了骨水泥渗漏、移位、毒性等缺点；(2) 本术式以经皮置钉和经椎弓根植骨技术为基础，技术成熟，操作简单，创伤小，能够有效缩短手术时间，减少感染和出血的风险，也易于迅速推广应用；(3) 后柱结构破坏小，对脊柱稳定性影响甚微，并且后路内固定能分担椎体前中柱的应力，减少植骨区承担的压力负荷，利于骨性融合和脊柱序列恢复；(4) 在原则上植骨愈合后内固定即可取出，患者可根据意愿决定取出与否，接受度更高。

该技术有几点应特别注意：(1) 螺钉置入要精准，防止反复开道损伤把持力，伤椎螺钉置入最为关键，尤其是裂隙周围有明显硬化者，需依靠螺纹扭转力破坏硬化面；(2) 放置植骨漏斗和植骨时要连续透视，避免器械、骨粒进入椎管损伤神经，植骨的位置应集中在前中柱，量要足，并用骨锤敲击植骨棒打实，以获得满意的植骨效果，进而恢复椎体高度；若一侧连接钛棒撑开辅助植骨，则应避免撑开过大损伤螺钉把持力；(3) 有关长短节段的选择，作者建议尽量采用长节段固定，因为 Kümmell 病患者多伴骨质疏松，长节段能够更好地分散内固定载荷^[18]，减少内固定松动的发生；而对于身体条件差、家庭状况不乐观或骨质尚可的患者可选择短节段固定，其能缩短

手术时间，侵入性更小^[19、20]，花费也较少；(4) 出院后要继续抗骨质疏松治疗，防止螺钉松动，避免固定节段骨质流失及邻椎骨折。本研究采用经皮植骨椎弓钉固定治疗 II 期及无神经症状 III 期 Kümmell 病，术后的 VAS 和 ODI 评分显著降低，伤椎后凸 Cobb 角及前缘高度明显改善，并且末次随访时伤椎后凸 Cobb 角和前缘高度基本无变化，研究结果说明该项技术可靠、有效。

综上所述，经皮植骨椎弓钉内固定术是将经椎弓根植骨与经皮置钉技术相结合，充分利用了植骨和微创的优点，能有效缓解疼痛，恢复正常骨结构，创伤较小，初步临床疗效满意。但本研究病例数量较少，缺乏对照组，需要长期随访的大样本对照研究进一步验证其疗效。

参考文献

- [1] Kummell H. Die rarefizierende ostitis der wirbelkörper [J]. Deutsche Med, 1895, 21: 180-181.
- [2] Ma R, Chow R, Shen FH. Kummell's disease: delayed post-traumatic osteonecrosis of the vertebral body [J]. Eur Spine J, 2010, 19 (7): 1065-1070. DOI: 10.1007/s00586-009-1205-4.
- [3] 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]. J Clin Neurosci, 2011, 18 (4): 509-514. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.07.139.
- [4] Adamska O, Modzelewski K, Stolarczyk A, et al. Is Kummell'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. DOI: 10.3390/jcm10122584.
- [5] 刘永强, 周纪平. Kümmell 病的临床研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (3): 242-246. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.10.
Liu YQ, Zhou JP. Clinical research progress in Kummell disease [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (3): 242-246. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.10.
- [6] Li KC, Li AF, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kümmell's disease with cord compression [J]. Eur Spine J, 2007, 16 (9): 1479-1487. DOI: 10.1007/s00586-006-0094-z.
- [7] 赵立来, 童培建, 肖鲁伟, 等. 球囊扩张椎体后凸成形术治疗 Kümmell 病的疗效观察 [J]. 中国骨伤, 2013, 26 (5): 429-434. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.05.019.
Zhao LL, Tong PJ, Xiao LW, et al. Balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic Kummell's disease [J]. China Journal of Orthopaedics and Traumatology, 2013, 26 (5): 429-434. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.05.019.
- [8] Liu Y, Zhu Y, Li R, et al. Comparison between percutaneous ky-

- phoplasty and posterior fixation combined with vertebroplasty in the treatment of Stage III Kümmell's disease without neurological deficit [J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 2193895. DOI: 10.1155/2022/2193895.
- [9] 王大川, 王峰, 王乃国, 等. 经椎弓根椎体内植骨治疗 III 期 Kümmell 病 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2014, 16 (9): 750-754. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2014.09.004.
Wang DC, Wang F, Wang NG, et al. Posterior transpedicle intracorporeal bone grafting for stage III Kümmell's disease [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2014, 16 (9): 750-754. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2014.09.004.
- [10] 王庆德, 梅伟, 张振辉, 等. 经椎弓根打压植骨联合后路长节段固定治疗 III 期 Kümmell 病 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28 (6): 522-528. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.06.06.
Wang QD, Mei W, Zhang ZH, et al. Transpedicular impaction bone grafting combined with long segmental posterior instrumentation in treating stage III Kümmell's disease [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2018, 28 (6): 522-528. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.06.06.
- [11] 郑雪静, 梅伟, 朱彦谕, 等. 伤椎置钉结合经椎弓根打压植骨治疗 III 期 Kümmell 病: 快速恢复脊柱稳定 [J/OL]. *中国组织工程研究: 在线预出版*, 2024, 28 (18): 2865-2870. DOI: 10.12307/2024.042.
Zheng XJ, Mei W, Zhu YY, et al. Stage III Kümmell's disease treated with injured-vertebra screw placement combined with transpedicular impaction bone grafting: quick restoration of spinal stability [J/OL]. *Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research: epub ahead of print*, 2024, 28 (18): 2865-2870. DOI: 10.12307/2024.042.
- [12] 张建乔, 俞伟, 曾忠友, 等. 肌间隙入路经椎弓根基底外侧壁椎体内打压植骨联合椎弓根螺钉内固定治疗 II ~ III 期 Kümmell 病 [J]. *中医正骨*, 2023, 35 (1): 63-69.
Zhang JQ, Yu W, Zeng ZY, et al. Intravertebral impaction bone grafting through lateral wall of basal section of pedicle combined with pedicle screw internal fixation through interscalene approach for treatment of phase II and III Kümmell diseases [J]. *The Journal of Traditional Chinese Orthopedics and Traumatology*, 2023, 35 (1): 63-69.
- [13] 李江笔, 那士博, 公伟权, 等. Kümmell 病的临床治疗进展 [J]. *中国骨伤*, 2020, 33 (1): 81-86. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2020.01.016.
Li JB, Na SB, Gong WQ, et al. Progress on clinical treatment of Kümmell's disease [J]. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 2020, 33 (1): 81-86. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2020.01.016.
- [14] Kim P, Kim SW. Balloon kyphoplasty: an effective treatment for Kümmell disease [J]. *Kor J Spine*, 2016, 13 (3): 102-106. DOI: 10.14245/kjs.2016.13.3.102.
- [15] 郝晨, 关海山. 两种手术方式治疗 III a 期 Kümmell 病的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (11): 892-897. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.11.06.
Hao C, Guan HS. Comparison of two surgical procedures for stage III Kümmell's disease without neurological symptoms [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (11): 892-897. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.11.06.
- [16] 钟世霄, 陆声, 李维朝. Kümmell 病治疗的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (1): 48-52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.09.
Zhong SX, Lu S, Li WC. Research progress in the treatment of Kümmell's disease [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (1): 48-52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.09.
- [17] 尹知训, 丁红梅, 靳安民, 等. 胸腰椎骨质疏松压缩性骨折经椎弓根植骨的生物力学研究 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2008, 26 (2): 196-198. DOI: 10.3969/j.issn.1001-165X.2008.02.024.
Yin ZX, Ding HM, Jin AM, et al. Biomechanical evaluation of transpedicular interbody bonegrafting used in the treatment of thoracolumbar vertebra osteoporotic compression fracture [J]. *Chinese Journal of Clinical Anatomy*, 2008, 26 (2): 196-198. DOI: 10.3969/j.issn.1001-165X.2008.02.024.
- [18] 罗培杰, 袁凯, 李大星, 等. 长、短节段椎弓根螺钉并骨水泥强化治疗骨质疏松性胸腰段椎体骨折的有限元分析 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24 (3): 342-347. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.1926.
Luo PJ, Yuan K, Li DX, et al. Comparison of the short-segment and long-segment cement-augmented pedicle screw fixation for osteoporotic thoracolumbar fracture: a finite element study [J]. *Journal of Clinical Rehabilitative Tissue Engineering Research*, 2020, 24 (3): 342-347. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.1926.
- [19] Yu Y, Zeng H, Guo E, et al. Efficacy and safety of posterior long-segment fixation versus posterior short-segment fixation for Kümmell disease: a meta-analysis [J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2022, 13: 21514593221107509. DOI: 10.1177/21514593221107509.
- [20] 孙育良, 熊小明, 万冠, 等. 短节段与长节段骨水泥强化固定联合椎体成形术治疗 III 期 Kümmell 病疗效比较 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2020, 34 (10): 1275-1280. DOI: 10.7507/1002-1892.202004053.
Sun YL, Xiong XM, Wan D, et al. Comparison of short-segment and long-segment bone cement-augmented fixation combined with vertebroplasty in treatment of stage III Kümmell disease [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2020, 34 (10): 1275-1280. DOI: 10.7507/1002-1892.202004053.

(收稿:2023-03-29 修回:2023-09-08)

(同行评议专家: 赵志刚, 王明飞, 孙建民, 张凯宁, 程雷)

(本文编辑: 郭秀婷)