

临床论著

经皮椎体骨水泥强化术后术区感染的临床特点及处理措施

王华峰, 刘伯龄, 林毓涵, 刘少强, 陈齐勇, 梁桂清

(福建省福州市第二医院脊柱外科 福建医科大学第三临床医学院 350007 福州市)

【摘要】目的:分析经皮椎体骨水泥强化术后术区感染的临床特点及处理措施。**方法:**回顾性分析 2018 年 1 月~2019 年 12 月我科收治经皮椎体骨水泥强化术后术区感染的患者共 7 例,男性 1 例,女性 6 例;年龄 64~83 岁 (71.3 ± 6.7 岁)。7 例患者均因初诊为骨质疏松性椎体骨折接受经皮椎体骨水泥强化术,术后 1~17 个月 (6.4 ± 5.8 个月) 确诊术区感染。回顾患者病历资料,统计患者症状及体征、炎症指标 [白细胞计数 (white blood cell, WBC)、血沉 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、降钙素原 (procalcitonin, PCT)]、脊柱影像学检查 (X 线片、CT 及 MRI) 特征、病原体检测结果、治疗方式及疗效。**结果:**7 例患者均有明显背部疼痛,1 例低热,6 例体温正常。确诊感染时,4 例合并神经损害,美国脊髓损伤协会 (American Spinal Injury Association, ASIA) 分级 C 级 1 例, D 级 3 例。炎症指标中,ESR 为 $29 \sim 95 \text{ mm/h}$ ($62.7 \pm 27.2 \text{ mm/h}$), CRP 为 $10.04 \sim 151.8 \text{ mg/L}$ ($46.9 \pm 48.7 \text{ mg/L}$), 均高于正常范围上限值。影像学均呈现骨水泥周围骨质吸收、骨质破坏及术区炎性信号改变等感染征象。5 例检测出病原体,其中结核分枝杆菌感染 3 例、非特异性细菌感染 2 例。所有病例依据病原体结果采取规范药物治疗:细菌感染使用敏感抗生素至少 6 周;结核感染给予异烟肼、利福平、乙胺丁醇及吡嗪酰胺的四联方案抗结核至少 12 个月。4 例在药物治疗基础上辅以手术治疗,其中 3 例行经后路病灶清除植骨重建术,1 例行单纯后路椎弓根钉固定融合术;术后随访 7~15 个月 (12.3 ± 3.8 个月),4 例均临床治愈,其中 3 例术前合并神经损害者由术前 ASIA 分级 D 级恢复至 E 级。2 例拒绝手术行药物辅以支具治疗,末次随访时仍残存症状。1 例在计划翻修手术前因肺部感染死亡。**结论:**经皮椎体骨水泥强化术区感染以再发剧烈背痛、炎症指标升高及特征性影像表现为主要临床特点。对于经皮椎体骨水泥强化术区感染,应在规范药物治疗的基础上辅以手术。

【关键词】经皮椎体骨水泥强化术;骨质疏松性椎体骨折;感染;临床特点;治疗措施

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2022.06.06

中图分类号:R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2022)-06-0519-07

Clinical characteristics and treatment strategy of infection following percutaneous vertebral augmentation with polymethylmethacrylate cement/WANG Huafeng, LIU Boling, LIN Yuhan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2022, 32(6): 519-525

[Abstract] Objectives: To investigate the clinical characteristics and treatment strategy of surgical site infection following percutaneous vertebral augmentation with polymethylmethacrylate (PMMA) cement. **Methods:** 7 cases of postoperative spinal infections after percutaneous vertebral augmentation with PMMA cement admitted and treated in Fuzhou Second Hospital between January 2018 and December 2019 were retrospectively reviewed. There were 1 male and 6 females, aged from 64 to 83 (mean, 71.3 ± 6.7 years). All 7 patients were initially diagnosed as symptomatic osteoporotic vertebral fractures and underwent percutaneous vertebral augmentation with bone cement, who were diagnosed with surgical site infections 1~17 months (mean, 6.4 ± 5.8 months) postoperatively. Previous medical records were reviewed and the clinical manifestations, inflammatory

基金项目:福建省卫生健康中青年骨干人才培养项目 (编号:2019-ZQN-86);福建省创伤骨科急救与康复临床医学中心项目 (编号:2020Y2014)

第一作者简介:男(1981-),医学博士,副主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(0591)22169186 E-mail:drwang1981@163.com

通讯作者:梁桂清 E-mail:lgq1962@sina.com

parameters, imaging characteristics, pathogen detection results, and treatment methods and outcomes were summarized and analysed. **Results:** On readmission, all 7 patients had severe back pain. All the patients had normal temperature except one who had low fever. Four cases were combined with neurological injury at the time of diagnosis of infections, and one was classified as American Spinal Injury Association(ASIA) grade C and the other three were of ASIA D. Inflammatory parameters were high in all patients, with ESR of 29–95mm/h(62.7 ± 27.2 mm/h) and CRP of 10.04–151.8mg/L(46.9 ± 48.7 mg/L). Imaging examinations showed bone resorption around bone cement, bone destruction, and inflammatory signal changes at the surgical site. Pathogens were detected in five cases, including three cases of Mycobacterium tuberculosis infection and two cases of nonspecific bacterial infection. Four patients received surgical treatment, of which, three underwent posterior debridement and bone grafting reconstruction, and the other one was treated with stand-alone posterior pedicle screw fixation and fusion. The follow-up period ranged from 7 to 15 months (mean: 12.3 ± 3.8 months) after the revision operation, and all the four patients recovered from infection. Among them, three combined with neurological injury before surgery were recovered to ASIA E from ASIA D. Two patients who refused surgery and received conservative treatment had restricted activities at the end of follow-up. One case died of pulmonary infection before the planned revision surgery. **Conclusions:** The surgical site infection following percutaneous vertebral augmentation with bone cement features recurrent severe back pain, elevated inflammatory parameters, and characteristic imaging findings as the main clinical manifestations, which shall be treated with surgery on the basis of standard drug therapy.

【Key words】 Percutaneous vertebral augmentation; Osteoporotic vertebral fracture; Infection; Clinical characteristic; Treatment strategy

【Author's address】 Department of Spine Surgery, Fuzhou Second Hospital, the Third Clinical Medical College, Fujian Medical University, Fuzhou, 350007, China

经皮椎体骨水泥强化术广泛应用于骨质疏松性椎体压缩性骨折、多发性骨髓瘤、脊柱转移瘤的治疗,具有止痛效果确切、微创、安全等优势^[1]。目前临床上常用的技术包括经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)和经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP)两大类^[1]。然而,随着PVP/PKP的广泛开展,相关手术并发症的报道也逐渐增多。文献中报道的并发症多以骨水泥渗漏和邻近椎体再骨折为主,术区感染相对较为少见^[1,2]。而国内文献尚无此类并发症的系统报道^[3~5]。2018年1月~2019年12月我院诊治的7例经皮椎体骨水泥强化术后术区感染患者资料,报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入标准和排除标准

纳入标准:(1)初始诊断为骨质疏松性椎体压缩性骨折;(2)初次手术方式为PVP或PKP;(3)确诊为术区感染;(4)临床及影像资料完整。

排除标准:(1)药物治疗疗程尚未结束;(2)临床和影像学检查资料不完整。

1.2 一般资料

2018年1月~2019年12月,福州市第二医院脊柱外科收治的PVP/PKP术区感染患者7例。其中,男性1例,女性6例。4例患者初次PVP/PKP在外院进行,诊断为术区感染后转诊至我院;3例在我院行PVP/PKP,术后诊断为术区感染(同期我院共实施1087例PVP/PKP,其中3例术区感染,发生率为0.28%)。7例初始诊断均为“骨质疏松性椎体压缩性骨折”;手术节段:T7 1例,T12 1例,L1 4例,L2 1例;2例行PKP治疗,5例行PVP治疗。PVP/PKP术后1~17个月(6.4 ± 5.8 个月),患者均因胸腰背部疼痛剧烈再次就医,1例伴低热,6例体温正常。美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association,ASIA)分级为C级1例,D级3例,E级3例。所有病例再入院时检测炎症指标[白细胞计数(white blood cell,WBC)、血沉(erythrocyte sedimentation rate,ESR)、C反应蛋白(C-reactive protein,CRP)、降钙素原(procalcitonin,PCT)],同时完善脊柱X线、CT及MRI检查。

1.3 治疗经过

7例再次入院时均行血培养检测病原体。4例在CT引导下经皮穿刺获取病灶旁组织块,分别

对组织样本进行微生物培养、组织病理学检查和宏基因组二代测序技术(metagenomic next-generation sequencing,mNGS)检测。

1.4 观察指标

记录临床特征及治疗过程中的各种并发症；采用ESR、CRP等炎症指标评价临床疗效；采用ASIA分级评价神经功能改善情况；通过X线、CT及MRI等检查观察病灶愈合情况。

2 结果

2.1 临床及影像学表现

7例患者在接受初始PVP/PKP术后均有疼痛缓解，1~17个月(6.4±5.8个月)均再发胸腰背部剧烈疼痛。炎性指标中，ESR为29~95mm/h(62.7±27.2mm/h)，CRP为10.04~151.8mg/L(46.9±48.7mg/L)，均有不同程度升高。影像学均呈现骨水泥周围骨质吸收、骨质破坏及术区炎性信号改变等感染征象。

2.2 病原体检测

血培养除1例合并低热患者检测出金黄色葡萄球菌，其余6例均为阴性。4例穿刺或术中取材经mNGS检测，均有阳性结果，其中2例为结核分枝杆菌，1例为不动杆菌，1例为金黄色葡萄球菌。未行组织样本mNGS检测的3例中，1例在翻修手术中直接获取病灶组织送病原微生物培养、

病理学检查及结核基因检测明确为结核分枝杆菌感染；另2例血液病原微生物培养结果阴性，但结合临床特征、实验室检查及经验性用药疗效而综合判断做出临床诊断，1例临床诊断为细菌感染，1例为结核分枝杆菌感染(表1)。4例考虑结核分枝杆菌感染中，3例胸部CT提示陈旧性肺结核。

2.3 治疗方式及转归

细菌感染患者使用敏感抗生素至少6周；结核感染给予异烟肼、利福平、乙胺丁醇及吡嗪酰胺的四联方案抗结核至少12个月。疗程达上述阈值时，如果体温正常、手术切口清洁干燥无异常、炎性指标恢复正常值及影像学(尤其是MRI)提示术区炎性信号消失且无椎旁脓肿时，考虑停止使用药物。

行翻修手术的4例中，1例术前经mNGS检测考虑结核分枝杆菌感染，予异烟肼、利福平、乙胺丁醇及吡嗪酰胺的四联方案抗结核2周后行翻修手术；2例经mNGS检测考虑非特异性细菌感染(不动杆菌和金黄色葡萄球菌各1例)，予以敏感抗生素治疗1周后行翻修手术；1例术前未明确病原体，经结核专科会诊后予以上述四联抗结核药物经验性抗结核8周后行翻修手术。

3例采取经后路病灶清除、骨水泥取出、钛网结合自体髂骨块植骨重建、椎弓根螺钉固定融合术(图1)；另1例采取单纯后路椎弓根螺钉固定

表1 7例经皮椎体骨水泥强化术后术区感染的临床资料

Table 1 Clinical data of 7 patients with postoperative surgical site infections

病例 Case	性别 Sex	年龄(y) Age	初次术式 Type of intervention	感染间隔时间 Infection time after intervention	ASIA	病原菌 Causative organism	治疗 Treatment strategy	预后 Outcome
1	男 Male	68	T12 PKP	3个月 3 months	D	结核杆菌 Mycobacterium tuberculosis	后路病灶清除+抗结核药 Posterior debridement combined with antituberculosis medications	治愈 Cured
2	女 Female	64	L1 PVP	2个月 2 months	D	不动杆菌 Acinetobacter	后路病灶清除+抗生素 Posterior debridement combined with antibiotic therapy	治愈 Cured
3	女 Female	73	L2 PVP	1个月 1 month	D	金葡菌 Staphylococcus aureus	后路病灶清除+抗生素 Posterior debridement combined with antibiotic therapy	治愈 Cured
4	女 Female	76	L1 PVP	9个月 9 months	E	结核杆菌 Mycobacterium tuberculosis	后路固定融合+抗结核药 Posterior fixation and fusion combined with antituberculosis medications	治愈 Cured
5	女 Female	70	L1 PVP	10个月 10 months	E	未检测出 Undefined	单纯抗结核药物治疗 Antituberculosis medications only	随访24个月未痊愈 Unhealed after 24 months
6	女 Female	83	T7 PVP	17个月 17 months	C	结核杆菌 Mycobacterium tuberculosis	单纯抗结核药物治疗 Antituberculosis medications only	死于肺部感染 Died of lung infection
7	女 Female	65	L1 PKP	3个月 3 months	E	未检测出 Undefined	支具+广谱抗生素 Brace combined with broad-spectrum antibiotic therapy	随访14个月未痊愈 Unhealed after 14 months



图 1 患者女性,64岁 **a** PVP 术前脊柱 MRI 示 L1 椎体新鲜骨折 **b,c** PVP 术后腰椎正侧位 X 线片示骨水泥充盈满意 **d,e** PVP 术后 2 个月脊柱 CT 重建示骨水泥周围骨吸收和骨质破坏 **f~h** PVP 术后 2 个月脊柱 MRI 示骨水泥强化区域呈炎性改变信号并椎旁脓肿形成 **i,j** 后路病灶清除植骨重建内固定融合术后腰椎正侧位 X 线片示骨水泥清除满意,植骨重建及内固定位置理想 **k,l** 后路病灶清除植骨重建内固定融合术后 6 个月脊柱 CT 重建示内固定位置良好,植骨重建部位骨性融合,无炎症复发征象

Figure 1 A 64-year-old female patient **a** MRI before vertebroplasty showed fresh fracture in L1 vertebral body **b, c** X-ray after vertebroplasty showed adequate cement filling in L1 vertebral body **d, e** Coronal and sagittal CT reconstructions showed bony destruction and bone resorption around bone cement 2 months after PVP **f~h** MRI at 2 months after vertebroplasty showed progressive collapse of the previously augmented L1 vertebra, paravertebral abscess, and spondylitis of T12 and L1 **i, j** X-ray after revision surgery showed that bone cement was removed, and the position of bone graft reconstruction and internal fixation was ideal **k, l** Six months after the revision surgery, coronal and sagittal CT reconstructions showed that bony fusion of the bone graft and good position of the metallic implant, no signs of recurrence of inflammation

融合术,未行前方病灶清除及骨水泥取出。手术均顺利完成,围手术期末出现硬膜撕裂、神经症状加重或死亡等严重并发症;术后随访 7~15 个月(12.3 ± 3.8 个月),4 例均临床治愈,其中 3 例合并神经损害者由术前 ASIA 分级 D 级恢复至 E 级,胸腰背部疼痛明显缓解。2 例拒绝手术行单纯药物治疗,1 例临床诊断为细菌感染者,采取广谱抗生素 12 周;1 例临床诊断为结核分枝杆菌感染,予以四联抗结核药物治疗 18 个月,分别随访 14 个月和 24 个月,ESR 和 CRP 恢复正常(提示药物治疗有效),但患者仍残留较严重的腰背痛,且影像学仍无局部骨性融合征象。1 例考虑结核分枝杆菌感染患者,在计划行翻修手术前因肺部感染死亡(表 1)。

3 讨论

3.1 PVP/PKP 术区感染的发生率及发病原因

PVP/PKP 术后术区感染的发生率极低。2012 年,一项多中心大宗病例报道发现,4547 例 PVP 中只有 2 例术区感染,发生率为 0.04%^[1]。2013 年,Abdelrahman 等^[4] 报道了一组总计 9 例 PVP/PKP 术区感染的病例,发生率为 0.46%。2018 年,Park 等^[3] 报道的 PVP/PKP 术区感染的发生率为 0.36%。本研究纳入的我院病例中发生率为 0.28%,与文献报道的发生率相似。

PVP/PKP 术后术区感染的发生原因目前尚未完全明确,目前研究认为有以下可能:术前误诊、手术操作直接种植和远处潜伏感染灶的病原体经血源性迁延至手术区域继发感染^[3,4]。通常,脊柱感染是 PVP/PKP 的禁忌证^[1]。脊柱感染,尤其是脊柱结核感染,与骨质疏松性椎体压缩骨折的影像学表现相似,因此容易造成误诊^[6]。Park 等^[3] 对 42 例患者初次手术前的实验室和影像学检查结果,发现 6 例(14.3%)明确或高度怀疑初始诊断将脊柱感染误诊为骨质疏松性椎体骨折,作者认为 PVP/PKP 术后症状缓解不理想或疼痛加剧以及初次术后 2 个月内出现感染应高度怀疑术前误诊可能,而术后确诊感染的间隔时间越短,术前将脊柱感染误诊为骨质疏松性椎体骨折的概率越高。此外,尽管早期脊柱感染的影像学特征与骨质疏松性椎体骨折有相似之处,但脊柱感染的特征性椎间隙累及仍有一定的提示意义。而且,即使早期脊柱感染,也可能出现不明原因发热及炎症指

标升高迹象^[3,4,6]。因此,术前应注意患者体温、炎症指标,并仔细阅读影像学资料,警惕早期脊柱感染可能。

手术操作导致种植感染和病原体血源性播散是脊柱开放手术后伤口深部感染的常见原因,病原体多为细菌^[7]。文献一般将初次手术后 3 个月之内发生的感染定义为早发性感染,病原体以强毒力细菌居多,一般认为是术中污染所致;而初次手术后 3 个月后发生的感染定义为迟发性感染,一般认为与低毒力病原体从远处向感染部位迁移相关^[7]。大多数研究认为,由于接受 PVP/PKP 的患者多为体弱多病且免疫力低下,一定程度上为低毒病原体在手术部位的生长和繁殖创造了前提条件,而手术操作形成的血肿和骨水泥异物又为病原菌的生长提供了良好的微环境^[3,4,8,9]。1983 年,Weir 等^[10] 发现机体受伤部位容易受到病原菌侵袭,提出了“易感区域(locus minoris resistentiae)”的概念。因此,理论上是存在病原菌通过血源性迁延而定植手术部位并继发感染的可能。一般认为,对于细菌性化脓性感染,病原体来自身体其他部位的潜在感染灶,其中以合并泌尿系感染最为常见^[3,4]。而对于结核分枝杆菌感染,目前观点认为,一是活动性肺结核通过血源性播散至术区所致;另一种可能是含结核分枝杆菌的巨噬细胞因炎性趋化至骨水泥区域并释放而继发感染^[8,9]。本组的 4 例考虑结核分枝杆菌感染的病例以及文献报道的类似病例,多数合并陈旧性肺结核,这在一定程度上支持了巨噬细胞炎性趋化并释放结核分枝杆菌的理论。

3.2 PVP/PKP 术后术区感染的临床特点

PVP/PKP 术后术区感染的临床症状和体征缺乏特异性^[4]。临床症状主要是 PVP/PKP 术后疼痛缓解一段时间后再发胸腰背部剧烈疼痛、胸腰椎活动受限。术后如果症状缓解不理想或短期内疼痛加剧,需考虑术前是否误诊可能。而如果术后症状缓解一段时间后而再发,除了考虑到常见的邻近椎体骨折之外,还需特别注意是否存在合并感染可能。由于接受 PVP/PKP 的患者多为老年体弱者,尽管合并脊柱感染也可能无发热征象^[11]。ESR 和 CRP 等炎症指标在术区感染的诊断中具有重要价值^[4]。

除了炎症指标异常升高外,脊柱影像学检查也有其特征性表现。脊柱三维 CT 重建常可以很

清晰地观察到骨水泥周围骨吸收和骨质破坏,而脊柱 MRI 常可以观察到骨水泥强化区域椎体炎症信号改变、脓肿形成等典型感染征象。在本研究中,7 例患者中,只有 1 例确诊为金黄色葡萄球菌感染者伴有低热,其余 6 例均无畏寒、发热,这可能与 PVP/PKP 术后术区感染多为低毒性病原体感染相关。但是,7 例患者均有再发严重胸腰背部疼痛,ESR、CRP 升高,以及影像学特征性感染征象。

与原发性脊柱感染类似,确定具体病原体对于治疗的成功至关重要。目前临幊上常用的病原体检测方法,如血培养、组织培养虽然特异性较高,但敏感性却极低^[11,12]。本研究的 7 例中,只有 1 例合并低热患者血培养检测出强毒力的金黄色葡萄球菌,其余 6 例血培养均为阴性。组织培养的阳性率稍高,但容易受取样时间、标本保存、病原菌种类等诸多因素的影响,对于某些特殊的病原微生物,如结核分枝杆菌,其培养条件苛刻、耗时长,往往很难获得阳性结果^[11,12]。近年来,mNGS 在病原体检测中发挥越来越重要的作用。mNGS 是不基于培养的非靶向病原分子诊断技术之一,可提高多种感染性疾病的病原微生物检出率和检出速度^[13,14]。但由于 mNGS 的检出结果通常不但包括致病菌,还包含其他非致病菌,因此如何合理解读 mNGS 的结果仍然颇具挑战性^[13,14]。mNGS 的检测结果仅仅作为一个提示线索,具体还需要结合临床疗效、常规病原体培养以及组织病理学检查综合判断。此外,相较于病灶椎骨组织,获取病灶区域软组织更有利于提高检测阳性率^[15,16]。因此,在我们目前的临幊实践中,通常采取 CT 引导下经皮穿刺病灶旁组织送检,而非经椎弓根穿刺取椎骨组织送检。

3.3 PVP/PKP 术后术区感染的预防与治疗措施

对于 PVP/PKP 术后术区感染,首先要避免误诊、漏诊。术前必须常规检查炎症指标和完善相关影像学检查,对于炎症指标异常升高或影像学不典型的患者,应除外脊柱感染可能性,不可盲目手术。对于明确除外脊柱感染但合并体内其他部位潜伏细菌感染病灶者,术前进行抗感染治疗后可有效降低术后并发化脓性感染的可能性^[17]。肺部如果存在活动性结核病灶,目前共识是需要先行抗结核药物治疗^[18]。而对于陈旧性肺结核,行 PVP/PKP 的围手术期处理,目前无明确建议。鉴

于含结核分枝杆菌的巨噬细胞可因炎性趋化至骨水泥区域并释放而继发感染,临幊医生应在术前详细询问患者是否有肺结核病史,并应考虑肺结核病史患者术后存在术区结核感染的可能性,以期早期诊治。

对于原发性化脓性脊柱炎或脊柱结核,若无神经压迫或力学不稳,采取制动结合药物等非手术治疗治愈率高达 80%^[11,12,19]。但对于 PVP/PKP 术区感染,一般建议辅以手术治疗^[3,4,8,9]。笔者报告的 7 例中,有 4 例采取手术治疗,辅以足够疗程的抗生素或抗结核药物,均获得满意疗效。而另 3 例,1 例在计划翻修手术前死于肺部感染,另 2 例由于拒绝接受手术,采取佩戴支具及敏感药物治疗,尽管延长了药物疗程,在末次随访时仍残留较严重的腰背痛,且影像学仍无局部骨性融合征象。PVP/PKP 术后术区感染采取药物保守治疗效果欠佳可能的原因,一是骨水泥的存在不利于局部感染的控制,二是局部感染常导致骨水泥周围骨质明显吸收、破坏而引起局部稳定性破坏。

对于手术方式的选择,目前文献报道不尽相同^[3,4,8]。总体来说,治疗需综合考虑、权衡利弊。一方面由于骨水泥的存在,如不予以清除,局部感染很难控制;另一方面,由于此类患者多为年老体弱且合并多种内科疾病,手术创伤不宜过大。此外,还需要兼顾脊柱稳定性、神经功能以及骨水泥团块局部稳定性等方面。文献报道,此类患者围手术期死亡率高达 33.3%^[4]。因此,需要严格把握手术适应证和合理选择手术方式。

我们的经验是,对于患者一般条件尚好、骨水泥周围骨质吸收明显、局部稳定性差,尤其是合并神经功能损害者,采取后路病灶清除植骨重建内固定融合术。而对于病变早期、骨水泥周围骨质吸收较轻、局部稳定性尚好且无明显神经症状者,我们采取单纯后路内固定融合术,而不行前方病灶清除。这种做法可以最大限度地达到固定强度、早期离床活动,同时又尽最大可能减少创伤,这对于年老体弱患者,有着重要意义。如本研究中的病例 4,由于患者高龄且合并多种基础疾病,加之影像学提示前柱破坏较轻、骨水泥局部尚稳定且神经功能正常,因此我们采取了单纯后路椎弓根钉固定融合术,术后患者胸背部症状明显缓解,佩戴支具早期离床功能锻炼,结合抗结核药物治疗,随访 12 个月疗效满意、感染痊愈。文献也证实了在特

定病例中采取单纯后路椎弓根螺钉固定融合术，效果明确^[8]。

综上所述，PVP/PKP 术后术区感染是一种少见但严重的并发症。术前误诊和病原微生物术后迁延至手术区域可能是发生此类并发症的主要原因。如何预防此类并发症，目前尚无定论。临床医生应认识此术后并发症可能，提高警惕，以期早期诊治。与原发性脊柱感染不同的是，PVP/PKP 术后术区感染采用单纯药物治疗常常效果不佳。对于合并神经损害、脊柱稳定性破坏以及保守治疗无效者，应在规范药物治疗的基础上辅以手术。

4 参考文献

1. Anselmetti GC, Marcia S, Saba L, et al. Percutaneous vertebroplasty: multi-centric results from everest experience in large cohort of patients [J]. Eur J Radiol, 2012, 81 (12): 4083–4086.
2. 王华锋, 叶小伟, 周福山, 等. PVP 术后有症状椎管内骨水泥渗漏的诊治并文献回顾[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34 (5): 499–501.
3. Park JW, Park SM, Lee HJ, et al. Infection following percutaneous vertebral augmentation with polymethylmethacrylate [J]. Arch Osteoporos, 2018, 13(1): 47.
4. Abdelrahman H, Siam AE, Shawky A, et al. Infection after vertebroplasty or kyphoplasty: a series of nine cases and review of literature[J]. Spine J, 2013, 13(12): 1809–1817.
5. Syed MI, Avutu B, Shaikh A, et al. Vertebral osteomyelitis following vertebroplasty: is ACNE a potential contraindication and are prophylactic antibiotics mandatory prior to vertebroplasty[J]. Pain Physician, 2009, 12(4): E285–290.
6. 颜平, 蓝旭, 李旭升, 等. 非典型性脊柱结核影像学分型与表现形式[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(2): 204–210.
7. 王华锋, 梁春祥, 郑召民, 等. 脊柱畸形后路内固定矫形术后深部感染的治疗 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25 (11): 984–990.
8. Sun JJ, Sun ZY, Qian ZL, et al. Tuberculous spondylitis after vertebral augmentation: a case report with a literature review [J]. J Int Med Res, 2018, 46(2): 916–924.
9. Bouvresse S, Chiras J, Bricaire F, et al. Pott's disease occurring after percutaneous vertebroplasty: an unusual illustration of the principle of locus minoris resistentiae [J]. J Infect, 2006, 53(6): e251–253.
10. Weir WR, Muraleedharan MV. Tuberculosis arising at the site of physical injury: eight case histories[J]. J Infect, 1983, 7(1): 63–66.
11. Babic M, Simpfendorfer CS. Infections of the Spine[J]. Infect Dis Clin North Am, 2017, 31(2): 279–297.
12. Tali ET, Oner AY, Koc AM. Pyogenic spinal infections[J]. Neuroimaging Clin N Am, 2015, 25(2): 193–208.
13. 杨继勇. 高通量测序技术在感染病原检测中的应用与展望[J]. 中华检验医学杂志, 2020, 43(5): 533–539.
14. 中华医学会检验医学分会临床微生物学组, 中华医学会微生物学与免疫学分会临床微生物学组, 中国医疗保健国际交流促进会临床微生物与感染分会. 宏基因组高通量测序技术应用于感染性疾病病原检测中国专家共识[J]. 中华检验医学杂志, 2021, 44(2): 107–120.
15. Kim CJ, Kang SJ, Choe PG, et al. Which tissues are best for microbiological diagnosis in patients with pyogenic vertebral osteomyelitis undergoing needle biopsy[J]. Clin Microbiol Infect, 2015, 21(10): 931–935.
16. Mukherjee S, Thakur B, Bhagawati D, et al. Utility of routine biopsy at vertebroplasty in the management of vertebral compression fractures: a tertiary center experience[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(5): 687–697.
17. 刘志强, 周云, 龙雷飞, 等. 经皮椎体后凸成形术后化脓性脊柱炎的原因分析和预防策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(10): 880–887.
18. Khanna K, Sabharwal S. Spinal tuberculosis: a comprehensive review for the modern spine surgeon[J]. Spine J, 2019, 19(11): 1858–1870.
19. Bernard L, Dinh A, Ghout I, et al. Antibiotic treatment for 6 weeks versus 12 weeks in patients with pyogenic vertebral osteomyelitis: an open-label, non-inferiority, randomised, controlled trial[J]. Lancet, 2015, 385(9971): 875–882.

(收稿日期:2021-09-06 末次修回日期:2022-03-14)

(英文编审 谭 噢)

(本文编辑 娄雅浩)