

• 临床研究 •

保留假体清创抗生素硫酸钙治疗膝假体周围感染[△]

黄洪贞, 朱世军, 刘庆胜, 杨金三, 牛建兵, 牛福文, 李健, 聂志奎*

(济宁市第一人民医院骨关节外科, 山东济宁 272000)

摘要: [目的] 评价保留假体清创联合硫酸钙抗生素对膝关节置换 (total knee arthroplasty, TKA) 术后早期假体周围关节感染 (periprosthetic joint infection, PJI) 的疗效。[方法] 2022 年 1 月—2024 年 7 月本科采用保留假体清创联合抗生素硫酸钙治疗收治的 20 例 TKA 术后早期 PJI。评估患者的临床和影像资料。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 术中、术后无严重并发症发生, 患者出院时翻修手术切口均愈合良好。20 例患者平均随访 (15.4±7.7) 个月, 末次随访时 18 例治愈, 治愈率 90%。2 例术后局部窦道形成, 确诊为 PJI 复发, 分别于保留假体清创术后 22 d 和 40 d 行假体取出骨水泥占位器置入, 二期翻修后感染均控制。与术前相比, 末次随访时 VAS 评分 [(6.9±1.2), (2.3±1.7), $P<0.001$] 显著降低, HSS 评分 [(48.6±7.9), (79.6±6.3), $P<0.001$], 膝伸屈 ROM [(86.0±15.4), (104.8±10.3), $P<0.001$] 显著增加。辅助检查方面, 20 例患者中, 细菌培养阳性 11 例, 占 55.0%, 其中金葡菌 4 例。与术前相比, 末次随访时 ESR [(51.7±28.8) mm/h, (27.8±17.9) mm/h, $P<0.01$]、CRP [(69.8±64.6) mg/L, (21.4±17.5) mg/L, $P<0.01$] 显著下降。末次随访时 1 例出现假体周边透亮带。[结论] 保留假体清创抗生素硫酸钙可有效治疗膝关节置换术后早期感染, 恢复关节功能。

关键词: 全膝关节置换术, 假体周围感染, 保留假体清创, 载抗生素硫酸钙

中图分类号: R687.4

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2025) 07-0666-05

Debridement, antibiotics, and implant retention combined with antibiotic-loaded calcium sulfate implantation for periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty // HUANG Hong-zhen, ZHU Shi-jun, LIU Qing-sheng, YANG Jin-san, NIU Jian-bing, NIU Fu-wen, LI Jian, NIE Zhi-kui. Department of Bone and Joint Surgery, The First People's Hospital of Jining City, Jining 272000, Shandong, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of debridement, antibiotics, and implant retention (DAIR) combined with antibiotic-loaded calcium sulfate implantation for periprosthetic joint infection (PJI) after total knee arthroplasty (TKA). [Methods] From January 2022 to July 2024, a total of 20 patients with early PJI after TKA were treated by debridement, antibiotics, and implant retention (DAIR) combined with antibiotic-loaded calcium sulfate implantation. The clinical and imaging data were evaluated. [Results] All patients had the operation performed successfully with no serious complications, and had the incisions of revision surgery healed well when the patients were discharged. At the latest follow-up lasted for (15.4±7.7) months in a mean, 18 patients were cured, accounted for 90%. However, the remaining 2 patients with postoperative local sinus formation were diagnosed as PJI recurrence, underwent prostheses removed and bone cement spacer placed 22 days and 40 days after DAIR, respectively, had the infection controlled after the second stage of revision. Compared with those preoperatively, the VAS score significantly reduced [(6.9±1.2), (2.3±1.7), $P<0.001$], while HSS score [(48.6±7.9), (79.6±6.3), $P<0.001$] and knee flexion-extension ROM [(86.0±15.4), (104.8±10.3), $P<0.001$] was significantly increased at the final interview. In terms of auxiliary examination, 11 of the 20 patients were positive for bacterial culture, accounting for 55.0%, including *Staphylococcus aureus* in 4 cases, as well as *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Streptococcus agalactis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella acidogenes*, *Candida parapsilosis* And *Brucella* in 1 case for each. Compared with those preoperatively, the ESR [(51.7±28.8) mm/h, (27.8±17.9) mm/h, $P<0.01$] and CRP [(69.8±64.6) mg/L, (21.4±17.5) mg/L, $P<0.01$] dropped significantly at the last follow-up. As for imaging, only 1 patient had periprosthetic transparent band. [Conclusion] The antibiotic-loaded calcium sulfate does effectively treat the early infection after TKA and restore the joint function.

Key words: total knee arthroplasty, periprosthetic joint infection, debridement and implant retention, antibiotic loaded calcium sulfate

假体周围感染 (periprosthetic joint infection, PJI)

是膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 的严

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110763

△基金项目:济宁市重点研发计划项目(编号:2024YXNS147)

作者简介:黄洪贞,主治医师,硕士研究生,研究方向:关节置换、假体周围感染、运动医学,(电子信箱)542460060@qq.com

*通信作者:聂志奎,(电子信箱)jininggknie@163.com

重并发症之一,极大增加患者及社会的医疗成本^[1]。据统计TKA术后PJI的发生率为1%~2%^[2],通常将发生在术后3个月内的PJI定义为早期PJI^[3]。保留假体清创(debridement, antibiotics, and implant retention, DAIR)是治疗早期PJI的有效方法之一^[4]。但DAIR的成功率受多种因素影响,如感染时间、致病微生物的毒力和采用的技术等^[5]。部分研究认为DAIR联合局部抗生素有助于提高成功率,但关于抗生素及载体的选择仍存在争议^[6]。硫酸钙具有缓慢可吸收的生物特性,常被作为抗生素载体使用,在关节感染的治疗中起到一定作用^[7]。本研究回顾性分析本科2022年1月—2024年7月采用DAIR联合硫酸钙抗生素治疗TKA早期PJI的20例患者的临床资料,分析其疗效,为临床治疗提供参考。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析2022年1月—2024年7月本科收治的TKA术后诊断为PJI的20例患者,所有患者均符合2018年假体周围感染国际共识诊断标准^[8],均初次人工膝关节置换术后3个月内发生的PJI,部分患者切口窦道形成(图1a),均采用DAIR联合关节腔内硫酸钙抗生素颗粒置入治疗。排除清创或翻修术后感染复发患者,术前X线片示假体周围存在透亮带或术中发现假体周围骨溶解者(图1b, 1c),以及随访资料不完整者。其中,男11例,女9例;年龄61~83岁,平均(71.4±5.7)岁;患者PJI发病时间为术后平均(38.6±27.3)d,其中12例存在窦道。本研究经医院伦理委员会审批(2024-IIT-快037),所有患者均知情同意。

1.2 治疗方法

手术均在全身麻醉下进行,常规消毒、铺单,沿原手术切口逐层切开显露关节,有窦道患者切除窦道(图1d)。抽取关节液送微生物培养,留取病变部位组织送病理检查。首先排除假体松动及周围存在骨溶解,彻底清理关节内坏死及感染组织,取出衬垫,显露后方关节囊,清理髌间及后关节囊炎性组织,清创直至出现新鲜组织,用双氧水、稀碘伏、生理盐水反复浸泡、冲洗3次。更换手术器械,术者更换手术衣、无菌手套,术区周围消毒、铺单,更换同型号衬垫。根据术前培养结果选择敏感抗生素与硫酸钙粉料(美国WRIGHT公司,5 mL/包)进行混合制备硫酸钙颗粒。针对革兰氏阳性菌,选择2 g万古霉素混合;针对革兰氏阴性菌,选择240 mg庆大霉素混

合;针对真菌感染,选择100 mg两性霉素B混合;若术前培养阴性则选择1 g万古霉素和1.5 g美罗培南混合。将硫酸钙抗生素颗粒置入关节腔(图1e),留置引流管1根,逐层缝合切口。

术后12 h给予低分子肝素钠4 000 U皮下注射预防血栓形成,出院后口服利伐沙班10 mg至术后4周。引流管持续开放,24 h引流液<50 mL则给予拔除。术后敏感抗生素静脉注射2周,若微生物培养阴性则经验性选择万古霉素、左氧氟沙星联合治疗,2周后改口服左氧氟沙星+利福平至术后12周。术后即刻开始股四头肌收缩、踝泵等功能锻炼,术后24 h开始膝关节屈伸功能锻炼,按照疼痛阶梯治疗原则止痛治疗。

1.3 评价指标

记录围手术期资料,包括手术时间、术中失血量、术后引流量、住院天数、并发症。采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、美国特殊外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)膝评分和膝关节活动度(range of motion, ROM)评估患者状态。检测血沉(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)。行影像检查,评估假体情况。

1.4 统计学方法

采用SPSS 25.0统计学软件对数据进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,采用单因素方差分析,两两比较采用LSD法;资料不符合正态分布时,采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

所有患者均顺利完成手术,术中、术后无严重并发症发生;手术时间75~115 min,平均(90.7±10.4) min;术中失血量85~200 mL,平均(119.7±26.9) mL;术后引流量150~400 mL,平均(246.5±71.4) mL;住院天数7~105 d,平均(28.5±19.6) d。出院时,所有患者翻修手术切口均愈合良好(图1f)。

20例患者均获随访,随访时间3~26个月,平均(15.4±7.7)个月。临床资料见表1,随术前、术后3个月及末次随访的时间推移,患者VAS评分、HSS评分、膝关节ROM均显著改善($P < 0.001$)。至末次随访,20例患者中18例治愈,治愈率为90.0%。2例术后局部窦道形成,确诊为PJI复发,分别于

DAIR 术后 22 d 和 40 d 行假体取出骨水泥占位器植入物，二期翻修后感染均控制。

2.2 辅助检查结果

微生物培养方面，20 例患者中微生物培养阳性 11 例，占 55.0%；包括术前培养阳性 8 例，术中培养阳性 3 例。培养出金黄色葡萄球菌 4 例，表皮葡萄球菌、溶血葡萄球菌、无乳链球菌、肺炎克雷伯菌、

产酸克雷伯菌、近平滑念珠菌和布鲁氏菌各 1 例。培养阳性患者治愈率为 90.9%。培养阴性 9 例，占 45.0%，治愈率为 88.9%。

随术前、术后 3 个月及末次随访的时间推移，ESR 和 CRP 均显著下降 ($P<0.01$)。影像方面，术前及术后 3 个月复查假体均未见松动，末次随访时 1 例患者胫骨内侧平台下出现透亮带。典型病例影像见图 1g, 1h。

表 1. 20 例患者临床与辅助检查资料 Table 1. Clinical and auxiliary examination data of the 20 patients				
指标	术前	术后 3 个月	末次随访	P 值
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	6.9 $\pm$ 1.2	3.2 $\pm$ 1.9	2.3 $\pm$ 1.7	<0.001
HSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	48.6 $\pm$ 7.9	73.2 $\pm$ 9.3	79.6 $\pm$ 6.3	<0.001
膝 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	86.0 $\pm$ 15.4	97.3 $\pm$ 11.1	104.8 $\pm$ 10.3	<0.001
ESR (mm/h, $\bar{x} \pm s$)	51.7 $\pm$ 28.8	32.1 $\pm$ 20.0	27.8 $\pm$ 17.9	0.002
CRP (mg/L, $\bar{x} \pm s$)	69.8 $\pm$ 64.6	23.1 $\pm$ 17.3	21.4 $\pm$ 17.5	<0.001
假体周边透亮 (例, 阴性/阳性)	20/0	20/0	19/1	ns

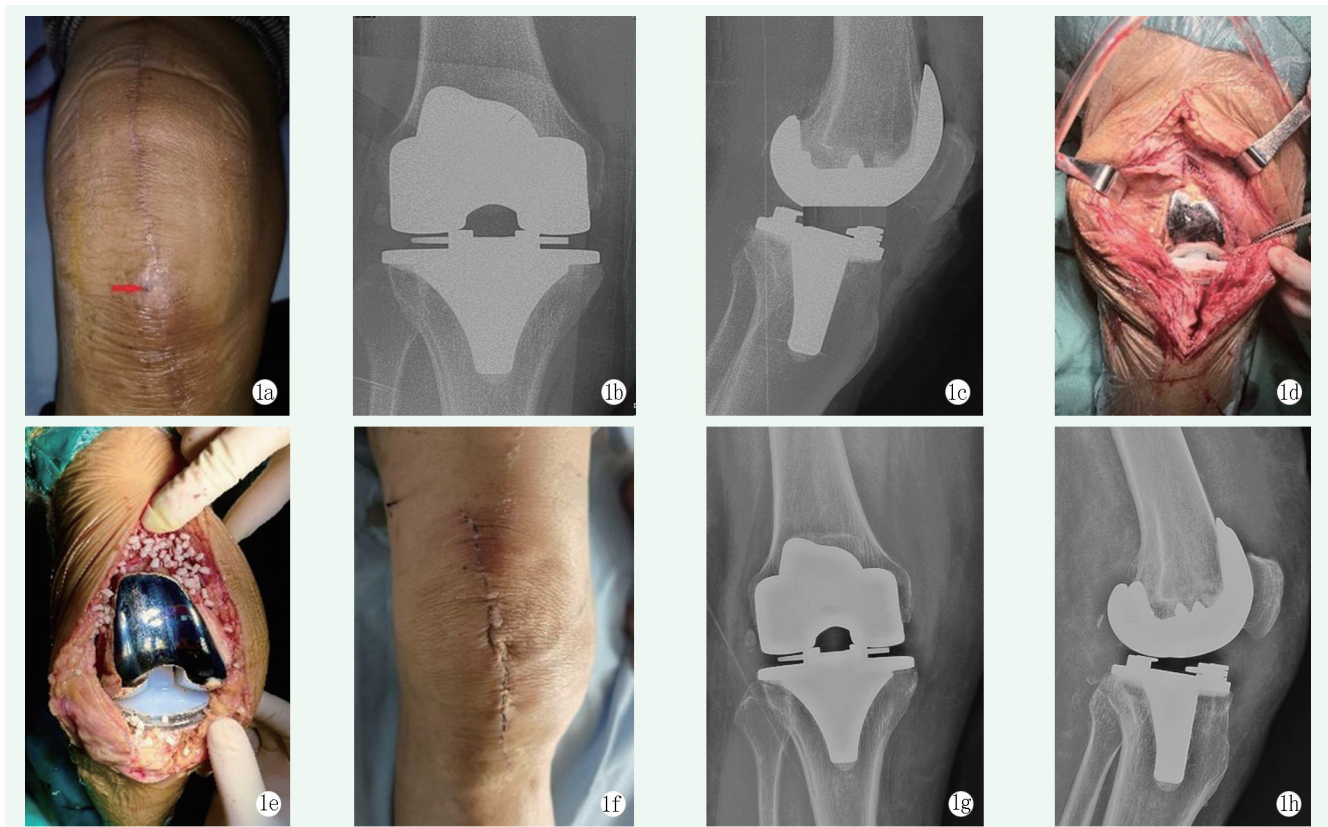


图 1. 患者女性，70 岁。1a：DAIR 术前，远端切口窦道形成（箭头处），脓性液体渗液；1b，1c：术前膝关节正、侧位 X 线片显示假体位置良好，无透亮带；1d：术中见窦道与关节腔相通，假体周围可见脓液及坏死组织；1e：DAIR 术中彻底清创，更换衬垫，置入硫酸钙抗生素颗粒；1f：DAIR 术后 1 个月复查，切口愈合良好；1g，1h：末次随访复查膝关节正侧位 X 线片显示假体位置良好，无松动。

Figure 1. A 70-year-old female. 1a: Before DAIR, distal incision sinus formation (arrow) with purulent fluid exudation; 1b, 1c: Preoperative anteroposterior (AP) and lateral X rays showed all prosthetic components in good position without transparent band around the components; 1d: During the operation, the sinus tract was found connected to the joint cavity, with pus and necrotic tissue around the prosthesis; 1e: During DAIR operation, complete debridement, replacement of the liner, and implantation of antibiotic loaded calcium sulfate particles were conducted; 1f: The incision healed well 1 month after DAIR; 1g, 1h: The AP and lateral X rays at the latest follow-up showed the prosthetic components remained in good position without loosening.

3 讨论

相关研究显示,早期或急性 PJI 进行 DAIR 治疗成功率为 55.5%~90%^[9],假体寿命超过 3 个月时 DAIR 的成功率显著降低。本研究中患者均为 TKA 术后 3 个月内的感染, PJI 治愈率为 90%。18 例临床治愈,术后 3 个月及末次随访炎症指标下降,膝关节疼痛及功能评分明显改善。2 例 PJI 复发,其中 1 例微生物培养为近平滑念珠菌,该类真菌生物结构复杂,治疗相对困难。另外 1 例复发患者微生物培养阴性且合并糖尿病病史,相关研究表明,糖尿病是 PJI 发生的危险因素,会增加 PJI 的治疗难度^[10]。末次随访时,影像学检查见 1 例胫骨平台下透亮带,但该患者关节功能及化验正常,无 PJI 复发表现。

本研究中所有患者术中均更换衬垫,部分研究认为更换衬垫可提高 DAIR 手术成功率及假体生存率^[11],但也有荟萃分析认为更换可活动组件并不会降低 DAIR 的失败率^[12]。PJI 患者关节内会形成细菌生物膜^[13],单纯全身应用抗生素难以使关节内达到有效抑菌浓度,局部使用抗生素或更直接控制感染。Cooper 等^[14]研究表明,硫酸钙载体缓释系统可产生持续 4~6 周的较高局部抗生素浓度,从而起到持续灭菌作用。目前关于局部抗生素的使用剂量及种类尚无统一标准,本研究根据培养结果选择敏感抗生素与硫酸钙混合,培养阴性则选择万古霉素和美罗培南合用,结果显示培养阳性及阴性 PJI 治愈率相似 (90.9% vs 88.9%),提示 DAIR 联合硫酸钙抗生素对微生物培养阴性的 PJI 同样具有较高的治愈率。硫酸钙载体虽有较多优点,但潜在并发症不容忽视。使用剂量过大有导致高钙血症、切口渗液及异位骨化风险^[15],本研究使用 5 cc 剂量无上述并发症发生。目前尚缺少对高钙风险患者的安全性研究,笔者建议对此类病人应谨慎使用或术后持续监测血钙变化。

本研究采用 DAIR 联合硫酸钙抗生素治疗 TKA 术后早期 PJI 获得较高治愈率,可有效控制感染、恢复关节功能。本研究尚存在一定的局限性,首先本研究为回顾性研究且样本量小,可能存在偏倚;其次随访时间短,长期疗效需进一步研究。硫酸钙及抗生素使用剂量目前尚无统一标准,需进一步研究确定最佳治疗方案。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 黄洪贞:课题设计、实施和论文写作、采集分析和解释数据、统计分析、获取研究经费;朱世军:实施研究、采集分

析数据、统计分析;刘庆胜:采集分析和解释数据、论文审阅、提供行政及技术或材料支持;杨金三:分析和解释数据、统计分析、提供行政及技术或材料支持;牛建兵:采集数据、统计分析、提供行政及技术或材料支持、支持性贡献;牛福文:分析和解释数据、获取研究经费、提供行政及技术或材料支持、指导;李健:论文审阅、提供行政、技术或材料支持、支持性工作;聂志奎:论文审阅、获取研究经费、提供行政及技术或材料支持、指导

参考文献

- [1] Szymiski D, Walter N, Hierl K, et al. Direct hospital costs per case of periprosthetic hip and knee joint infections in europe – a systematic review [J]. *J Arthroplasty*, 2024, 39 (7): 1876–1881. DOI: 10.1016/j.arth.2024.01.032.
- [2] Lemaigen A, Bernard L, Marmor S, et al. Epidemiology of complex bone and joint infections in France using a national registry: The CRIOAc network [J]. *J Infect*, 2021, 82 (2): 199–206. DOI: 10.1016/j.jinf.2020.12.010.
- [3] Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE. Prosthetic–joint infections [J]. *N Engl J Med*, 2004, 351 (16): 1645–1654. DOI: 10.1056/NEJMr040181.
- [4] Argenson JN, Arndt M, Babis G, et al. Hip and knee section, treatment, debridement and retention of implant: proceedings of International Consensus On Orthopedic Infections [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34 (2S): S399–S419. DOI: 10.1016/j.arth.2018.09.025.
- [5] Kunutsor SK, Beswick AD, Whitehouse MR, et al. Debridement, antibiotics and implant retention for periprosthetic joint infections: A systematic review and meta-analysis of treatment outcomes [J]. *J Infect*, 2018, 7 (6): 479–488. DOI: 10.1016/j.jinf.2018.08.017.
- [6] Abosala A, Ali M. The use of calcium sulphate beads in periprosthetic joint infection, a systematic review [J]. *J Bone Joint Infect*, 2020, 5 (1): 43–49. DOI: 10.7150/jbji.41743.
- [7] 任远中, 王昌耀, 姜雅萍, 等. 关节镜联合万古霉素硫酸钙治疗膝关节感染 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (17): 1543–1547. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2020.17.02.
- Ren YZ, Wang CY, Jiang YP, et al. Arthroscopic debridement combined with implantation of vancomycin–calcium sulfate for septic knee arthritis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (17): 1543–1547. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2020.17.02.
- [8] Parvizi J, Tan TL, Goswami K, et al. The 2018 definition of periprosthetic hip and knee infection: An evidence–based and validated criteria [J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33 (5): 1309–1314. e2. DOI: 10.1016/j.arth.2018.02.078.
- [9] Longo UG, De Salvatore S, Bandini B, et al. Debridement, antibiotics, and implant retention (DAIR) for the early prosthetic joint infection of total knee and hip arthroplasties: A systematic review [J]. *J ISAKOS*, 2024, 9 (1): 62–70. DOI: 10.1016/j.jisako.2023.09.003.
- [10] 李程, 钱鹤, 王海蛟, 等. 初次全膝置换假体周围感染的相关因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (13): 1158–1162. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2022.13.02.

(下转 672 页)

得到有效控制。但由于细菌在生长过程中可在生物或医疗器械表面形成生物被膜^[8]。生物被膜减少了抗菌药物的渗入,阻碍了机体免疫系统对菌体的清除,会使感染进入难于治愈的慢性状态,出现反复感染症状^[9]。

本例患儿慢性反复感染,严重影响生活质量,内固定术后12个月时病理骨折已愈合,股骨远端骨髓有中央型阻滞现象,因此予以取出内固定物,手术区彻底清创。取出内固定术后4个月患儿随访结果示恢复良好,骨髓阻滞现象明显改善。

综上所述,针对本例OI患儿术后出现SSI的可能原因,作为骨科医师应注意:严格术前备皮消毒、缩短内固定物与空气接触时间、内固定物加用抗菌抗生物膜涂层、提高患儿机体免疫力、注意平时感染性疾病防护、及时根据培养及药敏结果调整敏感抗生素等^[10]。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 田雨鑫: 酝酿和设计实验、实施研究、数据采集及分析和解释、起草文章、统计分析; 王林涛: 分析及解释数据、文章审阅、行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献; 厉亚男: 分析及解释数据、文章审阅、指导、支持性贡献; 李帅: 文章审阅、行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献; 王丹: 分析及解释数据、文章审阅、指导、支持性贡献; 董震: 酝酿和设计实验、分析及解释数据、文章审阅、行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献

参考文献

- [1] 贾海亭, 孙琳, 刘毅, 等. V型成骨不全: 1例报告与文献综述[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(17): 1587-1591. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.17.09.
- Jia HT, Sun L, Liu Y, et al. Osteogenesis imperfecta type V: a case report and literature review [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30(17): 1587-1591. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.

(上接 669 页)

- Li C, Qian H, Wang HJ, et al. Related factors of periprosthetic joint infection in primary total knee arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30(13): 1158-1162. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.02.
- [11] Grammatopoulos G, Bolduc ME, Atkins BL, et al. Functional outcome of debridement, antibiotics and implant retention in periprosthetic joint infection involving the hip: a case-control study [J]. Bone Joint J, 2017, 99-B(5): 614-622. DOI: 10.1302/0301-620X.99B5.BJJ-2016-0562.R2.
- [12] Gerritsen M, Khawar A, Scheper H, et al. Modular component exchange and outcome of DAIR for hip and knee periprosthetic joint infection: a systematic review and meta-regression analysis [J]. Bone Joint Open, 2021, 2(10): 806-812. DOI: 10.1302/2633-1462.210.BJO-2021-0090.R1.

17.09.

- [2] Sillence DO, Senn A, Danks DM. Genetic heterogeneity in osteogenesis imperfecta [J]. J Med Genet, 1979, 16(2): 101-116. DOI: 10.1136/jmg.16.2.101.
- [3] Alenizi MM, Alrashdi A, Habib R, et al. Complications among patients with osteogenesis imperfecta following surgical interventions [J]. J Musculoskelet Surg Res, 2023, 7(4): 265-270. DOI: 10.25259/JMSR_97_2023.
- [4] Freney J, Brun Y, Bes M, et al. Staphylococcus lugdunensis sp. nov. and Staphylococcus schleiferi sp. nov., two species from human clinical specimens [J]. Int J Syst Evol Microbiol, 1988, 38(2): 168-172. DOI: 10.1099/00207713-38-2-168.
- [5] Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999 [J]. Infect Contr Hosp Epidemiol, 1999, 20(4): 247-280. DOI: 10.1086/501620.
- [6] Parthasarathy S, Shah S, Sager AR, et al. Staphylococcus lugdunensis: review of epidemiology, complications, and treatment [J]. Cureus, 2020, 12(6): e8801. DOI: 10.7759/cureus.8801.
- [7] Gabardo S, Esteban J, Martínez-Ulloa A, et al. Staphylococcus lugdunensis, a not so infrequent pathogen in orthopedic surgery [J]. Surg Infect, 2023, 24(6): 522-526. DOI: 10.1089/sur.2023.035.
- [8] Mishra S, Gupta A, Upadhye V, et al. Therapeutic strategies against biofilm infections [J]. Life, 2023, 13(1): 172. DOI: 10.3390/life13010172.
- [9] Ciofu O, Moser C, Jensen PØ, et al. Tolerance and resistance of microbial biofilms [J]. Nat Rev Microbiol, 2022, 20(10): 621-635. DOI: 10.1038/s41579-022-00682-4.
- [10] Hrynshyn A, Simões M, Borges A. Biofilms in surgical site infections: Recent advances and novel prevention and eradication strategies [J]. Antibiotics, 2022, 11(1): 69. DOI: 10.3390/antibiotics11010069.

(收稿:2024-02-23 修回:2024-06-27)

(同行评议专家: 蔡振存, 俞松, 薛远亮, 王延宙)

(本文编辑: 郭秀婷)

- [13] McConoughey SJ, Howlin R, Granger JF, et al. Biofilms in periprosthetic orthopedic infections [J]. Future Microbiol, 2014, 9(8): 987-1007. DOI: 10.2217/fmb.14.64.
- [14] Cooper JJ, Florance H, McKinnon JL, et al. Elution profiles of tobramycin and vancomycin from high-purity calcium sulphate beads incubated in a range of simulated body fluids [J]. J Biomater Appl, 2016, 31(3): 357-365. DOI: 10.1177/0885328216663392.
- [15] Kallala R, Harris WE, Ibrahim M, et al. Use of Stimulan absorbable calcium sulphate beads in revision lower limb arthroplasty: Safety profile and complication rates [J]. Bone Joint Res, 2018, 7(10): 570-579. DOI: 10.1302/2046-3758.710.BJR-2017-0319.R1.

(收稿:2024-10-26 修回:2024-12-19)

(同行评议专家: 郝立波, 袁绍辉, 王先泉)

(本文编辑: 闫承杰)