

产NDM耐碳青霉烯酶的肺炎克雷伯杆菌引起的人工瓣膜感染性心内膜炎1例

沈思佳¹, 魏茹楠², 李兰娟^{1*}

¹浙江大学医学院附属第一医院, 传染病诊治国家重点实验室, 浙江 杭州

²浙江树人学院树兰国际医学院附属树兰杭州医院感染科, 全省人工器官与计算医学重点实验室, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年1月5日; 录用日期: 2026年1月29日; 发布日期: 2026年2月6日

摘要

产新德里金属 β -内酰胺酶的肺炎克雷伯菌(New Delhi metallo- β -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae*, NDM-KP)是肠杆菌科克雷伯菌属中一种对多种抗生素耐药的泛耐药菌株, 其感染后临床病死率显著升高。本病例为首例公开报道的NDM-KP引起的早期人工瓣膜感染性心内膜炎(Prosthetic Valve Endocarditis, PVE)成功救治案例。该患者经多次心脏超声检查均未发现典型瓣膜感染征象, 最终通过PET-CT确诊。经6周针对性抗感染治疗后, 患者临床治愈。本案例旨在提升临床医师对NDM-KP相关PVE的早期识别能力, 减少误诊和漏诊风险。

关键词

感染性心内膜炎, 人工瓣膜置换, 多重耐药菌

A Case of Prosthetic Valve Infective Endocarditis Caused by NDM Carbapenemase-Producing *Klebsiella pneumoniae*

Sijia Shen¹, Runan Wei², Lanjuan Li^{1*}

¹State Key Laboratory of Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases, The First Affiliated Hospital of School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang

²Key Laboratory of Artificial Organs and Computational Medicine of Zhejiang Province, Department of Infectious Diseases, Shulan (Hangzhou) Hospital, Shulan International Medical College, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

Received: January 5, 2026; accepted: January 29, 2026; published: February 6, 2026

*通讯作者。

文章引用: 沈思佳, 魏茹楠, 李兰娟. 产 NDM 耐碳青霉烯酶的肺炎克雷伯杆菌引起的人工瓣膜感染性心内膜炎 1 例[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 1508-1513. DOI: 10.12677/acm.2026.162539

Abstract

New Delhi metallo- β -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* (NDM-KP) is a pan-drug-resistant strain within the Enterobacteriaceae family, with significantly elevated clinical mortality rates upon infection. This case represents the first publicly reported instance of NDM-KP-induced early prosthetic valve endocarditis (PVE) successfully treated. The patient underwent multiple transthoracic echocardiographic examinations that initially failed to reveal typical valve infection signs, with final diagnosis confirmed by PET-CT. After six weeks of targeted antibiotic therapy, the patient achieved clinical cure. This case aims to enhance clinicians' early recognition of NDM-KP-related PVE, thereby reducing risks of misdiagnosis and missed diagnosis.

Keywords

Infective Endocarditis, Prosthetic Valve Replacement, Multidrug-Resistant Bacteria

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

感染性心内膜炎(Infective Endocarditis, IE)是一种由细菌、真菌或其他病原体直接感染心内膜、心瓣膜,或邻近大血管内膜所导致的严重心脏感染性疾病,其80%以上的致病菌为革兰阳性菌,革兰阴性菌占比较小,但致死率高。有研究表明革兰阴性杆菌所致的IE发生率为3.9%,住院死亡率为13.8%,1年死亡率高达30.6% [1]。新德里金属 β -内酰胺酶(New Delhi metallo-beta-lactamase-producing, NDM)编码的基因可水解除单酰胺环类药物(如氨曲南)外的所有 β -内酰胺类抗菌药物,并通过质粒等可移动元件在菌株间快速传播。由于该酶所导致的广泛耐药性及传播风险,世界卫生组织将其列为泛耐药菌的核心代表之一[2]。NDM-KP相关的PVE,因早期诊断困难与治疗手段匮乏,临床管理极具挑战[3]。本案例详细报道了一例由同时产NDM酶与肺炎克雷伯菌碳青霉烯酶(*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase, KPC)的耐碳青霉烯肺炎克雷伯菌(Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, CRKP)引起的早期PVE,旨在强调对于高危患者,当传统影像学检查呈阴性时,应及时借助PET-CT等高敏感度手段以提升早期诊断率,并为多重耐药革兰阴性杆菌所致PVE的抗感染方案选择提供重要参考。

2. 临床资料

患者女,58岁,农民,因高处坠落多发伤于2022年9月14日行全身多处骨折内外固定术及肌腱修补术后入住重症医学科(综合)。患者于9月18日转回至骨科,9月26日痰液中检出KPC酶和NDM酶共表达的CRKP,9月27日行“股骨骨折切开复位内固定术,胫骨骨折切开复位内固定术”,术后反复发热,10月5日血液中检出CRKP++(KPC+NDM),10月6日因“感染加重、肠梗阻”再次转入重症医学科(综合),立即予头孢他啶阿维巴坦(2.5g/次,1次/8h)、替加环素(50mg/次,1次/12h)及氨曲南(2g/次,1次/q8h)静脉滴注,调整后炎症指标继续下降,生命体征趋于稳定,但仍有反复发热,遂于10月29日转入感染病科。患者既往有心脏病史,2022年3月因主动脉瓣关闭不全行机械瓣膜置换术,术后长期规律服用法华令抗凝,2022年7月因房颤行射频消融术。无其他手术史,无高血压、糖尿病等基础疾病史,无过敏史。转入感染科时的体格检查:体温37.5℃,呼吸18次/min,心率80次/min,血压140/82 mmHg

(1 mmHg = 0.133 kPa)。意识清，精神软，皮肤巩膜无黄染，未及明显肿大淋巴结，心率齐，胸骨右缘第二肋间闻及金属音，肺部呼吸音粗，未及明显干湿啰音，腹隆，无明显压痛、反跳痛，肝脾肋下未及，双下肢无水肿，双侧病理征阴性，左上肢石膏固定，敷料干结，右上肢外支架固定，术区纱布包扎，远端感觉可。转入感染科后的实验室检查：白细胞计数 $15.7 \times 10^9/L$ ，中性粒细胞比例 0.863，超敏 C 反应蛋白 35.3 mg/L，降钙素原 0.57 ng/ml，红细胞沉降率 55 mm/h，肝素结合蛋白 59.33 ng/mL。全腹部增强 CT：胆囊壁水肿增厚，系膜增厚模糊，腹膜后、系膜多发小淋巴结。动态心电图：窦性心律、阵发性房颤，最长持续时间 98 分钟，平均心室率 85 次/分，偶发房早、室早。超声心动图：二三尖瓣轻度返流、心动过速。

转入感染科之后的诊断及治疗过程：入科后继续予头孢他啶阿维巴坦(2.5 g/次，1 次/8h)、替加环素(50 mg/次，1 次/12h)及氨曲南(2 g/次，1 次/q8h)静脉滴注抗感染，炎症指标继续下降，因患者有人工瓣膜植入术史、ICU 住院史及两次骨科侵入性手术经历，痰及血培养为 CRKP，除败血症外需警惕人工瓣膜感染性心内膜炎，住院期间多次经胸超声心动图检查均未见明显异常，因患者畏惧有创性经食管超声心动图，最终采用灵敏度更高的无创 PET-CT 检查得以确诊，11 月 15 日完善全身 PET-CT 提示人工瓣膜周围小斑片状 FDG 高代谢，炎症可能，请结合临床(图 1)。根据 DUKE 标准，患者被诊断为“感染性心内膜炎”遂给予足疗程抗生素治疗(≥ 6 周)。足疗程抗感染治疗后患者炎症指标降至正常，症状及指标稳定后于 2022 年 12 月 22 日出院。

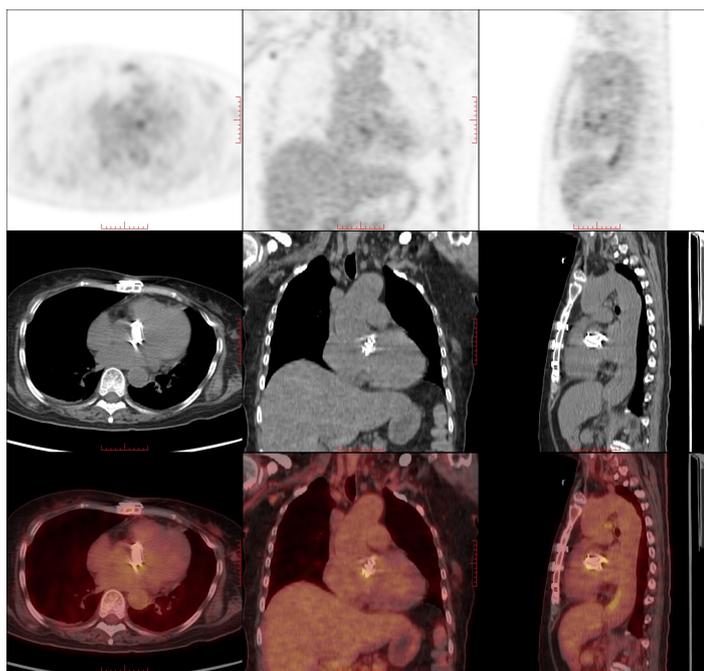


Figure 1. The patient's PET-CT findings revealed patchy FDG-avid lesions surrounding the prosthetic valve
图 1. 患者 PET-CT 表现：人工瓣膜周围小斑片状 FDG 高代谢

转归情况与随访

患者于 2023 年 5 月 8 日至骨科复查，中性粒细胞、CRP、血沉均在正常范围，未再发热，人工心脏瓣功能正常。

3. 讨论

革兰氏阴性杆菌(Gram-Negative Bacilli, GNB)是 IE 的罕见病因，国际心内膜炎协作组前瞻性队列研

究报告的发病率仅约 2% [4], 但近年来因其不断升高的传播率、高耐药性、高死亡率和高医疗成本而备受关注。肺炎克雷伯菌是医院获得性血流感染的常见原因, 其主要来源通常是肺炎、导管相关血流感染及胃肠道定植菌, 但在国内外现有的已发表的病例分析中, 由 CRKP 引起的感染性心内膜炎较为少见[5]-[8]。首例公开报道的 CRKP 相关 IE 病例中, 菌血症的来源被推测为烧伤皮肤上的定植菌[6], 本例患者曾有两次骨科侵入性手术史及 ICU 住院史, 菌血症可能来源于术区皮肤定植菌或导管相关血流感染, 该患者肺部影像并未提示明显感染征象, 故肺部原发灶迁徙至心脏的可能性较小, 且目前尚无文献报道肺部 CRKP 感染作为感染性心内膜炎的原发灶。CRKP 相关的 PVE 早期感染的辨别和控制颇具挑战, 易漏诊、误诊, 本文报道了一例高处坠落多发伤合并早期 PVE 的案例, 患者感染同时携带 NDM 和 KPC 酶的 CRKP 菌株, 并经过多药联合抗感染治疗最终成功治愈, 较为鲜见, 具有重要的临床参考价值。

早期 PVE 是指瓣膜置换术后 1 年内发生的感染, 本案例于人工心脏瓣膜置换后 7 个月发病, 符合早期 PVE 诊断。PVE 的诊断较为困难, 其临床表现常与术后感染性发热重叠, 且其传统诊断基石经胸超声心动图(Transthoracic Echocardiography, TTE)与经食管超声心动图(Transesophageal Echocardiography, TEE)的诊断性能受限。综述指出, TTE 对自体瓣膜心内膜炎赘生物的检出敏感性约为 65%, 而 TEE 虽可提升至 90%~100%, 但在存在人工瓣膜或心脏植入式电子设备时, 二者仍可能对高达 30% 的 IE 病例得出阴性或不明确的结论[9]。人工瓣膜产生的声影伪影, 是导致微小赘生物和瓣周并发症难以被准确检出的主要原因[10]。为解决超声心动图诊断 PVE 的局限性, 功能代谢成像技术 18F-FDG PET/CT 日益凸显其价值, 其诊断敏感性为 73% 至 100%, 能有效区分早期 PVE 与术后感染, 在血培养阴性或超声心动图结果不明确时更具优势。PET-CT 通过 18F-FDG 代谢摄取差异辅助鉴别感染与术后无菌性炎症, 其可靠性源于直接显示感染相关代谢活性, 且其诊断不依赖解剖结构变形, 能有效克服人工材料伪影, 实现早期诊断和全身评估[9]。在 PET-CT 影像中 PVE 病灶通常表现为局灶性、非均匀的 FDG 高代谢, 而未感染的瓣膜中观察到的 FDG 摄取通常是弥漫且均匀的轻中度代谢, 最新的文献数据表明, 心脏瓣膜置换术后 3 个月内的术后反应性炎症相关代谢活动不影响 PET-CT 对早期 PVE 的诊断[11]。本病例发病后曾多次行超声心动图检查但无阳性结果, 最终通过 PET-CT 确诊, 印证了该技术在 PVE 诊断中的核心价值。因此, 对于临床高度怀疑 PVE 但超声阴性的病例, 应优先采用 PET-CT 等新型影像技术以提高诊断效能。

本例患者感染的菌株为 KPC 和 NDM 共表达的 CRKP (KPC-NDM-CRKP), 该菌株兼具丝氨酸蛋白酶(KPC)和金属酶(NDM)两类不同机制的碳青霉烯酶, 导致 β -内酰胺类药物(如碳青霉烯类和新型酶抑制剂)普遍失效, 极大限制了临床用药选择。近年, KPC-NDM-CRKP 在临床分离株中占比逐渐增多, 从 2015 年至 2023 年, KPC-NDM-CRKP 占有肺炎克雷伯菌基因组的比例从 0.12% 升至 2.92% (增长 24.3 倍) [12], 这导致了更高的治疗失败率和死亡率。新型酶抑制剂头孢他啶/阿维巴坦(Ceftazidime/avibactam, CAZ/AVI)是治疗 KPC-CRKP 的有效药物[13], 但其对 NDM-CRKP 无效, 而氨曲南(Aztreonam, ATM)则是一种单环 β -内酰胺抗生素, 对 NDM 酶有稳定的抗菌活性[14], 但对 KPC 酶无抑制活性。体外研究证实, CAZ/AVI 与 ATM 联用对 CRKP 菌株具有协同抗菌作用(A 类酶协同率 93.5%, B 类酶 85.3%) [15], 能显著破坏菌体结构并抑制生物膜形成。研究表明该联合方案可显著降低 NDM-CRKP 感染的 30 天死亡率, 且急性肾损伤风险低于多黏菌素、替加环素等替代方案[16]。在血流感染中, CAZ/AVI 联合 ATM 已被推荐为 NDM-CRKP 的一线治疗方案[17], 其协同作用可快速控制感染并减少耐药性产生。参考美国心脏病协会治疗指南[18]和欧洲心脏病学治疗指南[19]: PVE 治疗需持续至血培养首次转阴后至少 6 周, 但 NDM-CRKP 相关 PVE 的疗程尚未明确, 本案例在有效的抗生素使用的基础上, 采用了 6 周的抗生素疗程, 患者治疗效果可。然而, 碳青霉烯类耐药革兰阴性菌感染, 尤其是产金属 β -内酰胺酶菌株的传播, 仍然导致临床治疗选项匮乏。重症感染患者因治疗时间窗狭窄及病原体鉴定延迟, 死亡风险极高。在此背景下, 氨曲南-阿维巴坦(Aztreonam-avibactam, AZA)的问世具有里程碑意义。该药物作为全球首个针对产金属酶肠杆

菌目细菌感染的有效治疗剂,其氨基曲南成分可抵抗金属酶降解,而阿维巴坦则能抑制除金属酶外的所有 β -内酰胺酶,从而实现对肠杆菌目细菌 β -内酰胺酶的全酶谱覆盖[20][21]。

PVE患者死亡率介于23%~59%,其预后与临床表现及治疗策略密切相关[22]。对于非真菌性PVE,若无难治性心力衰竭、多器官功能衰竭或抗生素治疗无效等明确手术指征,通常首选抗生素治疗,整体疗程一般为4~6周(如革兰阴性杆菌、凝固酶阴性葡萄球菌等),但真菌及耐药菌感染需延长至6周以上,值得注意的是,金黄色葡萄球菌所致的PVE治疗失败率高达47.8% [23],瓣膜修复术可能较瓣膜置换术更具长期生存优势[24]。本例患者经6周规范治疗后成功停药出院,且后续随访未复发。根据现有文献检索,NDM-CRKP所致IE的病例报道极为罕见,既往唯一公开报道的NDM-KP相关PVE病例在接受美罗培南、黏菌素和替加环素联合抗感染治疗15天后,因感染性休克死亡[25]。本病例为首例公开报道成功治愈的NDM-CRKP相关的PVE病例,这一成功案例为处理此类多重耐药菌感染提供了重要的临床依据和治疗策略。

综上所述,在IE的诊治过程中,临床医师需保持高度敏感性,规范进行血培养,并及时、合理且足疗程地应用抗生素。对于临床表现不典型但高度疑诊IE的患者,采用敏感度和特异度更高的检查方法是提高诊断准确率的关键手段。

声 明

该病例报道已获得病人的知情同意。

参考文献

- [1] Falcone, M., Tiseo, G., Durante-Mangoni, E., Ravasio, V., Barbaro, F., Ursi, M.P., *et al.* (2018) Risk Factors and Outcomes of Endocarditis Due to Non-HACEK Gram-Negative Bacilli: Data from the Prospective Multicenter Italian Endocarditis Study Cohort. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **62**, e02208-17. <https://doi.org/10.1128/aac.02208-17>
- [2] Novais, Â., Ferraz, R.V., Viana, M., da Costa, P.M. and Peixe, L. (2022) NDM-1 Introduction in Portugal through a ST11 KL105 *Klebsiella pneumoniae* Widespread in Europe. *Antibiotics*, **11**, Article No. 92. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010092>
- [3] Patel, S.K., Hassan, S.M.A., Côté, M., Leis, B. and Yanagawa, B. (2024) Current Trends and Challenges in Infective Endocarditis. *Current Opinion in Cardiology*, **40**, 75-84. <https://doi.org/10.1097/hco.0000000000001192>
- [4] Murdoch, D.R., Corey, G.R., Hoen, B., *et al.* (2009) Clinical Presentation, Etiology, and Outcome of Infective Endocarditis in the 21st Century: The International Collaboration on Endocarditis-Prospective Cohort Study. *Archives of Internal Medicine*, **169**, 463-473. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2008.603>
- [5] Iacovelli, A., Spaziant, M., Al Moghazi, S., Giordano, A., Ceccarelli, G. and Venditti, M. (2018) A Challenging Case of Carbapenemase-Producing *Klebsiella pneumoniae* Septic Thrombophlebitis and Right Mural Endocarditis Successfully Treated with Ceftazidime/Avibactam. *Infection*, **46**, 721-724. <https://doi.org/10.1007/s15010-018-1166-9>
- [6] Benenson, S., Navon-Venezia, S., Carmeli, Y., Adler, A., Strahilevitz, J., Moses, A.E., *et al.* (2009) Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* Endocarditis in a Young Adult. *International Journal of Infectious Diseases*, **13**, e295-e298. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2009.01.006>
- [7] Chaari, A., Mnif, B., Chtara, K., Abid, L., Charfeddine, S., Baccouche, N., *et al.* (2015) Efficacy of Tigecycline-Colistin Combination in the Treatment of Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Endocarditis. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, **3**, 214-216. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2015.06.003>
- [8] Pitsikakis, K., Skandalakis, M., Fragkiadakis, K., Baliou, S. and Ioannou, P. (2024) Infective Endocarditis by Carbapenem-Resistant Gram-Negative Bacteria—A Systematic Review. *Germes*, **14**, 149-161. <https://doi.org/10.18683/germs.2024.1427>
- [9] Babes, E.E., Bustea, C., Ilias, T.I., Babes, V.V., Luca, S., Luca, C.T., *et al.* (2023) Multimodality Imaging Diagnosis in Infective Endocarditis. *Life*, **14**, Article No. 54. <https://doi.org/10.3390/life14010054>
- [10] Thiravetyan, B., Puchongmart, C., Cruz, D., Rodriguez, C.C. and Soliman, D. (2025) Diagnostic Performance of Prosthetic Heart Valve Infective Endocarditis: A Comparison of Diagnostic Modalities and Proposed Algorithm. *The American Journal of Cardiology*, **255**, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2025.09.006>

- [11] Roque, A. and Pizzi, M.N. (2025) Infection vs Inflammation in Prosthetic Heart Valves by [18F]FDG-PET/CT: A Practical Tutorial for Accurate Interpretation. *Journal of Nuclear Cardiology*, **45**, Article ID: 102053. <https://doi.org/10.1016/j.nuclcard.2024.102053>
- [12] Li, J., Wu, W., Wu, H., Huang, J., Li, Z., Wang, J., *et al.* (2025) Rapid Emergence, Transmission, and Evolution of KPC and NDM Coproducing Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae*. *Microbiological Research*, **293**, Article ID: 128049. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2025.128049>
- [13] Wang, N., Zhan, M., Wang, T., Liu, J., Li, C., Li, B., *et al.* (2023) Long Term Characteristics of Clinical Distribution and Resistance Trends of Carbapenem-Resistant and Extended-Spectrum B-Lactamase *Klebsiella pneumoniae* Infections: 2014-2022. *Infection and Drug Resistance*, **16**, 1279-1295. <https://doi.org/10.2147/idr.s401807>
- [14] Marshall, S., Hujer, A.M., Rojas, L.J., Papp-Wallace, K.M., Humphries, R.M., Spellberg, B., *et al.* (2017) Can Ceftazidime-Avibactam and Aztreonam Overcome β -Lactam Resistance Conferred by Metallo- β -Lactamases in Enterobacteriaceae? *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **61**, e02243-16. <https://doi.org/10.1128/aac.02243-16>
- [15] Wang, G., Zhang, H., Wu, Q., Xu, J., Qiu, X., Chen, J., *et al.* (2025) Study on the *in Vitro* Synergistic Susceptibility and Biofilm Inhibition Mechanism of Ceftazidime-Avibactam Combined with Aztreonam against Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae*. *Frontiers in Microbiology*, **16**, Article ID: 1542029. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1542029>
- [16] 中国医师协会感染科医师分会, 中华预防医学会医院感染控制分会, 中国医院协会临床微生物实验室专业委员会, 等. 高毒力碳青霉烯类耐药肺炎克雷伯菌感染诊治与防控专家共识[J]. 中华临床感染病杂志(中英文), 2025, 18(0): 1-18.
- [17] Isler, B., Aslan, A.T., Akova, M., Harris, P. and Paterson, D.L. (2022) Treatment Strategies for OXA-48-Like and NDM Producing *Klebsiella pneumoniae* Infections. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, **20**, 1389-1400. <https://doi.org/10.1080/14787210.2022.2128764>
- [18] del Val, D., Panagides, V., Mestres, C.A., Miró, J.M. and Rodés-Cabau, J. (2023) Infective Endocarditis after Transcatheter Aortic Valve Replacement: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, **81**, 394-412. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.028>
- [19] Habib, G., Lancellotti, P., Antunes, M.J., *et al.* (2015) 2015 ESC Guidelines for the Management of Infective Endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *European Heart Journal*, **36**, 3075-3128. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv319>
- [20] Shirley, M. (2025) Aztreonam-Avibactam: A Review in the Treatment of Serious Bacterial Infections Caused by Aerobic Gram-Negative Organisms. *Drugs*, **86**, 79-91. <https://doi.org/10.1007/s40265-025-02258-x>
- [21] Carmeli, Y., Cisneros, J.M., Paul, M., Daikos, G.L., Wang, M., Torre-Cisneros, J., *et al.* (2025) Aztreonam-Avibactam versus Meropenem for the Treatment of Serious Infections Caused by Gram-Negative Bacteria (REVISIT): A Descriptive, Multinational, Open-Label, Phase 3, Randomised Trial. *The Lancet Infectious Diseases*, **25**, 218-230. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(24\)00499-7](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(24)00499-7)
- [22] Mihos, C.G., Capoulade, R., Yucel, E., Picard, M.H. and Santana, O. (2017) Surgical versus Medical Therapy for Prosthetic Valve Endocarditis: A Meta-Analysis of 32 Studies. *The Annals of Thoracic Surgery*, **103**, 991-1004. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.09.083>
- [23] Nappi, F. (2024) Advancements and Challenges in the Management of Prosthetic Valve Endocarditis: A Review. *Pathogens*, **13**, Article No. 1039. <https://doi.org/10.3390/pathogens13121039>
- [24] Toyoda, N., Itagaki, S., Egorova, N.N., Tannous, H., Anyanwu, A.C., El-Eshmawi, A., *et al.* (2017) Real-World Outcomes of Surgery for Native Mitral Valve Endocarditis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, **154**, 1906-1912.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.07.077>
- [25] Azelmat, S., Baadi, T., Benaissa, E., Jaafari, A. and Chadli, M. (2024) Infective Endocarditis Caused by Carbapenemase-Producing *Klebsiella pneumoniae* on a Prosthetic Valve: A Case Report and Review of the Literature. *Cureus*, **16**, e64639. <https://doi.org/10.7759/cureus.64639>