

感染性心内膜炎的诊断及治疗研究进展

张宇林¹, 卡德艳木·阿布力米提², 施林^{3*}

¹贵州医科大学医学影像学院, 贵州 贵阳

²新疆医科大学第一附属医院心脏外科, 新疆 乌鲁木齐

³兴义市人民医院心胸大血管外科, 贵州 兴义

收稿日期: 2025年2月19日; 录用日期: 2025年3月12日; 发布日期: 2025年3月19日

摘要

感染性心内膜炎(infective endocarditis, IE)是一种具有高发病率和高死亡率的疾病, 主要累及心脏内膜、瓣膜以及大血管等结构, 随着老年人心脏瓣膜退行性病变、人工瓣膜置换或心血管侵入性操作增加, 感染性心内膜炎发生率呈现上升趋势, 鉴于IE的高发病率和高死亡率, 早期诊断和治疗显得尤为重要, 随着影像学技术发展, 超声心动图在IE诊断及治疗中应用广泛, 其他影像学技术如心脏计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)、¹⁸F-氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描/CT (¹⁸FFDG-PET/CT)和白细胞单光子发射断层扫描/CT (WBC SPECT/CT)也发挥着重要辅助作用。在这篇综述中, 简述了IE的诊断及治疗进展, 重点阐述影像学技术在IE的应用及临床价值。

关键词

感染性心内膜炎, 诊断, 治疗, 综述

Research Progress in the Diagnosis and Treatment of Infective Endocarditis

Yulin Zhang¹, Kadir Yamin Abulmiti², Lin Shi^{3*}

¹School of Medical Imaging, Guizhou Medical University, Guiyang Guizhou

²Department of Cardiovascular Surgery, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

³Department of Cardiothoracic and Major Vessel Surgery, Xingyi People's Hospital, Xingyi Guizhou

Received: Feb. 19th, 2025; accepted: Mar. 12th, 2025; published: Mar. 19th, 2025

Abstract

Infective endocarditis (IE) is a disease with high morbidity and high mortality, mainly involving the

*通讯作者。

文章引用: 张宇林, 卡德艳木·阿布力米提, 施林. 感染性心内膜炎的诊断及治疗研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 1787-1795. DOI: 10.12677/acm.2025.153806

endocardium, valves, large blood vessels, and other structures. With the increase of heart valve degeneration, prosthetic valve replacement, or cardiovascular invasive procedures in the elderly, the incidence of infective endocarditis is on the rise. In view of the high incidence and mortality of IE, early diagnosis and treatment are particularly important. With the development of imaging technology, echocardiography is widely used in the diagnosis and treatment of IE, and other imaging techniques such as cardiac computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ^{18}F -fluorodeoxyglucose positron emission tomography/CT (^{18}F FDG-PET/CT), and leukocyte single-photon emission tomography/CT (WBC SPECT/CT) also play an important auxiliary role. In this review, the progress of diagnosis and treatment of IE is briefly reviewed, focusing on the application and clinical value of imaging techniques in IE.

Keywords

Infective Endocarditis, Diagnosis, Treatment, Review

Copyright © 2025 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. 前言

感染性心内膜炎(infective endocarditis, IE)是一种高发病率和死亡率的疾病,目前IE的估计发病率为13.8/10万,全球IE死亡人数为66,300人,每10万人口的残疾调整生命年和死亡例数分别为1723.59和0.87[1]。随着社会人口老龄化,老年人心脏瓣膜发生退行性病变、人工瓣膜置换或心血管侵入性操作的人群患IE的风险更高[2]。葡萄球菌和链球菌是最常见的致病菌。随着时间推移,葡萄球菌的感染占比逐渐上升,住院死亡率为14.9%,由葡萄球菌和革兰氏阴性病原体引发的IE住院死亡率更高。IE的临床表现差异较大,可分为急性、亚急性和慢性疾病,这反映出致病微生物的种类、潜在心脏疾病状况以及既有合并症的不同[3]。发热、心脏杂音和充血性心力衰竭是IE最常见的临床表现,部分IE患者还会出现栓塞并发症以及心脏传导异常[4]。因此,早期诊断和治疗显得尤为重要,随着影像学技术发展,超声心动图在IE诊断中应用广泛,其他影像学技术也发挥着重要辅助作用。本文将对IE诊断技术和治疗的相关研究及最新进展进行综述。

2. IE 的诊断

目前被广泛认可的诊断依据是1994年首次提出的Duke标准[1],2023年Duke-ISCVID IE诊断标准有了重大修订,纳入了新的微生物学诊断方法(如巴顿氏菌酶免疫测定、聚合酶链反应、扩增子/基因组测序、原位杂交)和影像学检查手段(^{18}F -氟脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层扫描、心脏计算机断层扫描),还将术中检查列为新的主要临床标准[5]。新版本主要标准:A)主要微生物学标准:1)血培养阳性;2)实验室检测结果阳性;B)主要影像学标准:1)超声心动图和心脏CT扫描超声心动图和/或心脏CT显示赘生物、瓣膜/小叶穿孔、瓣膜/小叶动脉瘤、脓肿、假性动脉瘤或心脏内瘘或超声心动图与既往影像比较有明显的新瓣膜返流;假体瓣膜出现新的部分裂开。2) ^{18}F -氟代脱氧葡萄糖(^{18}F -FDG)正电子发射计算机断层显像(^{18}F FDG PET/CT)异常代谢活动涉及天然或人工瓣膜、升主动脉移植(伴有瓣膜受累的证据)、心内装置导线或其他假体材料。C)主要外科标准心脏手术中直接证实存在IE,既没有主要影像学标准也没有组织学或微生物学证实。次要标准:A)易患体质如既往IE病史。B)记录温度大于 38.0°C 。C)血管现象的临床或影像学证据:动脉栓塞、脓毒性肺梗死、脑或脾脓肿、真菌性动脉瘤、颅内出血、结膜出

血、Janeway 损害、化脓性紫癜。D) 免疫现象：类风湿因子阳性、Osler 结节、Roth 斑或免疫复合物介导的肾小球肾炎。E) 微生物证据，缺少一个主要标准：1) 血液微生物培养阳性，符合 IE，但不符合主要标准的要求；或 2) 阳性培养，PCR，或其他核酸检测(扩增或散弹法测序，原位杂交)，从除心脏组织，心脏假体或动脉栓子以外的无菌身体部位获得符合 IE 的生物体；或在没有额外的临床或微生物学支持证据的情况下，通过 PCR 发现瓣膜或导线上单一皮肤细菌。F) 影像学标准： ^{18}F FDG PET/CT 在植入人工瓣膜、升主动脉移植(伴有瓣膜受累证据)、心内装置导线或其他假体材料后 3 个月内检测到代谢活动异常。G) 体格检查标准：如超声心动图不可用，通过听诊发现新的瓣膜返流。原有杂音的恶化或改变是不够的。满足 2 个主要标准或 1 个主要标准和 3 个次要标准或 5 个次要标准可明确 IE。满足 1 个主要标准和 1 个次要标准或 3 个次要标准为可疑 IE。满足确定的替代诊断解释体征/症状或抗生素治疗少于 4 天无复发或抗生素治疗少于 4 天，手术或尸检无心内膜炎的病理学或宏观证据或不符合上述可能的心内膜炎标准可排除 IE。这些诊断标准的更新为 IE 的诊断提供了更多依据。

2.1. 病原学诊断

在 IE 的病原体中，金黄色葡萄球菌最为常见，占有病例的 26.6%，其次是草绿色链球菌(占比 18.7%)、其他链球菌(占比 17.5%)和肠球菌(占比 10.5%)，80%~90%的心内膜炎病例由这些微生物引起[3]。血培养是确定感染性心内膜炎微生物学病因的标准检测方法，但不同指南对血培养的次数和时间建议各不相同。美国心脏协会和欧洲心脏病学会建议，至少从不同静脉穿刺部位采集三组血液培养样本，首次和末次抽取间隔至少 1 小时。英国抗微生物化疗学会(BSAC)则建议，疑似心内膜炎且处于急性脓毒症状态的患者，1 小时内采集两组血培养样本；疑似亚急性或慢性心内膜炎患者，间隔 6 小时采集三组血培养样本[6]。对于 IE 病原菌谱中的部分特殊菌株(如放线菌、艾肯菌、人心杆菌、嗜血杆菌、金氏杆菌等)，需要调整培养条件并延长培养时间。布鲁氏菌、贝氏柯克氏体、巴尔通体、霉菌等具备血清学检测手段的病原体，应进行血清学检测[7]。明确病原学诊断是后续精准治疗的关键，不同的病原体对应着不同的抗生素治疗方案，因此准确的病原学检测意义重大。

2.2. 影像学在 IE 诊断及治疗中应用

超声心动图作为诊断感染性心内膜炎的基础方法，应用日益广泛。同时，心脏计算机断层扫描(CT)血管造影、 ^{18}F -氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描/CT (^{18}F FDG-PET/CT)和白细胞单光子发射断层扫描/CT (WBC SPECT/CT)也被纳入修订后的 Duke 诊断标准主要标准中[8]。常用的超声心动图检查方式有经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)和经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)，下面将分别阐述它们的作用特点。

2.2.1. 超声心动图

TTE 属于无创检查，对操作人员专业知识要求相对较低，患者取左侧卧位或平卧位，采用胸骨旁、心尖多切面探查，观察心脏病变，瓣膜形态、结构、有无赘生物及并发症、评估心脏大小及功能情况，因此被推荐作为评估 IE 的首要选择[9][10]。通过 TTE，可快速、精准地发现赘生物，并观察其位置、大小、数量、形态、回声，判断是否合并瓣膜脱垂、关闭不全，以及瓣膜是否存在穿孔、瓣周脓肿、腱索断裂等损伤，还能了解患者的基础心脏疾病，可实时观察心脏运动和血流情况，展示心脏结构，为临床医师研究心脏疾病血流动力学变化提供详细的动态信息[11]。不过，TTE 可能存在假阳性情况，可能由 Lambd 赘生物、人工瓣膜环处的手术缝合线、左心室内的假腱索或右心房内的希阿里氏网等因素导致，由于人工瓣膜经常会产生大量的声学伪影，致使 TTE 检测赘生物的能力受到限制；因此，即使在声窗良好且体型较小的患者中进行 IE 诊断时，也可能需要 TEE 来充分评估人工瓣膜[12][13]。虽然 TTE 的敏感性和特

异性相对较低, 在 IE 诊断及治疗中应用仍然具有不可替代的作用[14]。

TEE 属于侵入性检查, 但安全性较高, 多数医疗中心均可开展[15]。TEE 是用于心脏外科手术的超声成像工具, 有助于医生在术中做出明智决策, 及时处理并发症[16]。当 TTE 成像效果不佳, 或 TTE 结果为阴性但患者持续菌血症且临床高度怀疑感染性心内膜炎时, 需进行 TEE 检查。若初始 TTE 为阴性且高危患者菌血症持续, 应在 5 天内进行 TEE 检查, 并可考虑结合其他辅助成像方式[17]。TEE 的适用情况包括: TTE 阴性但临床高度怀疑感染性心内膜炎; TTE 结果质量欠佳; TTE 检查显示心脏存在异常改变, 但瓣膜结构细节需进一步明确, 且要排查其他瓣膜结构是否受累; 患者体内有人工瓣膜或心内器械[18]。只有当患者存在菌血症, 但临床对感染性心内膜炎的怀疑程度较低时, TTE 结果为阴性后方可不进行 TEE 检查。对于 TTE 和 TEE 检查结果均不明确, 但临床高度怀疑感染性心内膜炎的病例, 何时重复超声心动图检查尚无定论[17]。ESC 指南建议, 若临床高度怀疑感染性心内膜炎且初次检查结果为阴性, 可在 7 至 10 天后重复进行 TTE 或 TEE 检查, 或两者同时进行[17]。目前, 对于不同细菌种类引起血流感染的患者, 是否都需常规进行超声心动图检查, 尚未达成共识[4]。一项 Meta 分析[19]数据显示, TEE 检测赘生物敏感性为 96%, 特异性为 83%; CCT 检测赘生物敏感性为 85%, 特异性 84%。TEE 检测小叶穿孔敏感性为 79%, 特异性 93%; CCT 检测小叶穿孔敏感性为 48%, 特异性为 93%。相关研究表明, 在检测瓣周脓肿、瓣膜穿孔、瓣膜脱垂和瓣周漏等 IE 并发症方面, TEE 的检测效果优于 TTE, 即便 TTE 检查结果足以支持诊断, 多数情况下仍建议进行 TEE 检查[20]。综上所述, 超声心动图在 IE 诊断中占据重要地位, TTE 作为评估 IE 的首选方法, 用于初步诊断和病情严重程度评估。优势在于无创、操作要求相对低, 能快速发现赘生物, 观察其特征及心脏结构、功能和血流情况。局限性在于存在假阳性, 敏感性和特异性相对较低。与之相比, TEE 检测赘生物、小叶穿孔等并发症敏感性高, 能在术中辅助决策, 但属于侵入性检查。

2.2.2. 计算机断层扫描(CT)

CT 作为一种安全、无创的检查技术, 除了能检测瓣膜感染性心内膜炎的并发症, CT 还能提供比 TEE 更丰富的瓣膜外信息。在规划手术入路时, CT 不仅能清晰显示瓣膜周围感染的位置和程度, 还能精准评估术前血管重建术患者的搭桥过程, 从体外循环角度分析胸主动脉, 这对手术规划至关重要。此外, CT 可在同一次检查中评估冠状动脉解剖结构, 避免术前行有创冠状动脉造影[21]。CT 检测缺血性和血栓性疾病方面, 灵敏度为 90%, 特异性为 86% [4]。心脏 CT 的常见适应症包括存在 TEE 检查禁忌症的患者, 以及因瓣膜钙化或体内有假瓣膜导致超声心动图检查效果不佳, 但高度怀疑患有 IE 的患者[9]。CT 可提供脓肿范围的详细解剖学信息, 为手术治疗方案的制定提供有力支持。CT 对炎症浸润的诊断敏感性较高, 虽然检测赘生物的敏感性相对较低, 但特异性高于 TEE, 且 CT 测量赘生物大小的结果与 TEE 具有较高一致性[12]。基于每个瓣膜进行分析, 与手术结果相比, CT 的诊断准确性如下: 1) 赘生物检测: 灵敏度 96%, 特异性 97%, 阳性预测值 96%, 阴性预测值 97%; 2) 动脉瘤/假性动脉瘤检测: 灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值均为 100%; 3) 与 TEE 相比, 无显著差异[22]。在诊断瓣周和假体周围并发症(如脓肿、假性动脉瘤和瘘管)方面, 心脏 CT 的准确性高于 TEE, 在提供瓣膜周围病变范围和后果等信息方面更具优势, 能清晰展示假性动脉瘤、脓肿和瘘管的解剖结构[4]。一项研究表明, 在 17 例晚期死亡病例中, CT 检测到的假性动脉瘤或脓肿以及瘘管, 是随访期间总死亡率的独立预测因素, 危险比(95% CI)分别为 3.82 (1.25~11.7), $P < 0.001$ 和 9.84 (1.89~51.0), $P = 0.007$ [23]。不过, CT 存在一定局限性, 存在使患者暴露于辐射中的风险, 使用造影剂可能导致肾毒性, 部分研究显示其检测瓣膜穿孔的灵敏度相对不足, 还会遗漏 IE 的较小赘生物和瓣叶穿孔, 且不适合评估心脏血流动力学和功能[24]。由于超声心动图能够清晰显示心脏血流情况, 因此这两种检查方式可以相互补充[9]。近期研究[12]发现, 联合

运用 TTE、TEE 和 CT, 可显著提高对 IE 瓣膜及周围并发症的检测灵敏度。

CT 分为不带血管造影的 MDCT 和带血管造影的 MDCTA, 有助于识别瓣膜及周围组织的受累情况, 以及假性/真菌性动脉瘤, 还能对心外病变和冠状动脉解剖结构进行无创评估[15]。对于 MDCTA, 其适用情况如下: 1) 患者存在颌部、颈部、上胃肠道等解剖结构异常, 无法进行 TEE 检查, 或对 TEE 探头不耐受、拒绝接受 TEE 检查; 2) 患者心脏内存在金属材料, 影响 TEE 对心内结构的观察, 而 MDCTA 能够更清晰地显示; 3) 初次 TEE 检查结果为阴性或不确定, 但临床仍高度怀疑感染性心内膜炎; 4) 疑似存在瓣周感染; 5) 患者计划进行心脏手术, 需要通过 MDCTA 优化外科医生对局部解剖结构的了解。建议在怀疑患者患有感染性心内膜炎后的 7 天内进行 MDCTA 检查[25]。MDCTA 在感染性心内膜炎的整体评估中, 展现出与 TEE 相似的诊断价值。它在显示感染性心内膜炎瓣周扩展方面效果更佳, 但对赘生物的显示准确性略逊一筹。因此, 联合使用 MDCTA 和 TEE, 更有利于对感染性心内膜炎患者进行全面管理, 尤其是对于疑似存在瓣周扩展感染的患者[25]。

2.2.3. 磁共振成像(MRI)

磁共振成像(MRI)作为另一种影像学检查方法, 尤其在检测心肌和心包炎症, 评估心肌受累等方面具有重要意义。对于高度怀疑 IE, 但超声心动图检查结果为阴性的患者, 心脏 MRI 能提供有价值的诊断和预后信息[15]。心脏 MRI 具有独特的组织特征描述能力, 可通过后期钆增强成像检测心肌和心包炎症, 还能运用参数映射技术进行分析[26]。尽管心脏 MRI 具备出色的空间分辨率, 但其时间分辨率低于超声心动图, 检查时容易漏诊较小的组织。此外, 心脏 MRI 还容易受到假体瓣膜、设备导线以及非心脏 MRI 兼容项目产生的伪影影响[27]。在检测神经, 肌肉骨骼系统并发症或相关病变方面, 磁共振成像的灵敏度高于 CT, 但在临床常规检查中, 并不常用于系统筛查。

2.2.4. 氟 18 氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描计算机断层扫描(^{18}F -FDG PET/CT)

^{18}F -FDG PET/CT 技术基于对生物组织中葡萄糖代谢的变化的检测, 并将这些变化映射到 CT 图像上, 从而提供精确的解剖位置信息[15]。在自体瓣膜 IE 患者中, PET/CT 检查的敏感性为 33%、特异性为 100%、阳性预测值为 100%、阴性预测值为 60%, 该检查主要应用于经过其他诊断测试后, 诊断结果仍不明确的情况。通过 PET/CT 发现心外感染灶, 有助于 IE 的确诊[15]。疑似感染性心内膜炎患者进行 FDG-PET/CT 检查, 主要有两个目的: 1) 检测心内是否存在感染; 2) 检测是否存在(临床无症状的)弥散性传染病灶。此外, FDG-PET/CT 对心内病变的诊断性能, 会因患者瓣膜类型(天然瓣膜、人工瓣膜)以及是否植入心脏装置而有所不同。虽然该检查对天然瓣膜心内膜炎和心脏装置相关导联感染的敏感性相对较差, 但对人工瓣膜心内膜炎和心脏装置相关袋感染的敏感性则明显更高[28]。 ^{18}F -FDG PET/CT 检查结果可能受到多种因素影响, 如心肌抑制效果不佳、呼吸运动产生的伪影、炎症反应过程、被评估结构尺寸过小以及高血糖水平等[29]。由于该技术的成本效益和可及性存在一定限制, 目前仅在配备 PET/CT 扫描仪且有专业成像团队支持的三级医疗中心开展[17]。受分辨率和瓣膜活动性的限制, 该技术在检测天然瓣膜上小于 5 mm 的赘生物时, 可能无法准确识别, 导致一些较小的病灶可能因低于 PET/CT 的代谢/空间分辨率而未被检测到[17]。PET/CT 检查结果为阴性, 并不能完全排除存在低代谢活性小赘生物的可能性。PET/CT 的灵敏度还可能受到抗生素治疗的影响, 若在检查前一段时间内使用了抗生素, 特别是针对高度敏感微生物的抗生素, 可能会抑制炎症反应, 进而影响检查结果[30]。 ^{18}F -FDG PET/CT 检查存在假阴性和假阳性结果。当组织病理学证实心内膜炎, 或后续成像技术显示抗生素治疗后病情有改善时, 其阳性结果被判定为真阳性; 当组织病理学结果为阴性, 或者病变在随后的随访成像中未经治疗自行消退时, ^{18}F -FDG PET/CT 的阳性结果被判定为假阳性[31]。假阴性结果可能源于患者既往接受过抗菌治疗、赘生物尺寸过小或血糖浓度升高所致; 假阳性结果可能归因于近期心脏手术、近期血栓形成或患者准备不足(例如, 未

严格执行低碳水化合物、允许脂肪摄入的饮食要求)所致[25]。在心脏手术方面,欧洲心脏病学会指南建议手术与 FDG-PET/CT 检查间隔至少为 3 个月,阳性结果才视为真阳性,而 EANM 指南建议最小间隔为 1 个月,目前存在不同观点[28]。总体而言, ^{18}F -FDG PET/CT 技术存在成本高,可及性有限,易受多种因素影响出假阴性和假阳性。

2.2.5. 放射性标记白细胞单光子发射计算机断层扫描(WBC SPECT/CT)

单光子发射计算机断层扫描(SPECT/CT)是一种通过测量注入的放射性核苷酸所发射的伽马射线来检测感染的核技术。该技术检测感染的原理是基于放射性标记的白细胞在 IE 解剖部位的积累,以此来检测心内和心外感染的存在及程度,但检测前需要对血液进行处理以制备放射性药物[15]。若 FDG PET/CT 检查结果不确定,考虑到 SPECT/CT 白细胞造影特异性较高,此时可选择该项检查。对于过去一个月内接受过心脏手术的患者,SPECT/CT 白细胞造影优于 ^{18}F -FDG PET/CT,因为前者出现假阳性结果的可能性更低[25]。不过,白细胞造影在临床实践中存在一些不足,例如准备工作繁琐,需要患者进行四次临床访视,而且还有可能遗漏小的感染灶。相比之下, ^{18}F -FDG PET/CT 具有空间分辨率更好、便于定量分析、可全身成像以识别心外并发症、后勤保障更可行、患者舒适度更高的优势[25]。SPECT 在鉴别感染和炎症方面比 PET/CT 更具优势,诊断 IE 的综合敏感性为 86%,特异性为 97%。SPECT/CT 出现假阴性结果是否由抗菌治疗引起,目前尚无定论[15]。总体而言, ^{18}F -FDG-PET/CT 对 IE 的诊断敏感性较高,而 WBC-SPECT 显像特异性较高[32]。对于疑似 IE 的患者,鉴于 ^{18}F -FDG-PET 成像灵敏度高且相对容易获取,建议将其作为一线成像技术;对于需要区分 ^{18}F -FDG 摄取是由感染性还是炎性原因导致的患者,可利用 WBC-SPECT 对感染的高特异性,将其作为二线成像技术[32]。

3. IE 的治疗

3.1. 抗菌药物治疗

在 2023 年欧洲心脏病学会(ESC)指南[4]中,对于对青霉素敏感的口腔链球菌和溶胆链球菌,建议使用青霉素 G、阿莫西林或头孢曲松进行治疗。如果是自然瓣膜心内膜炎(NVE),需持续治疗 4 周;如果是人工瓣膜心内膜炎(PVE),则需治疗 6 周。针对金黄色葡萄球菌和凝固酶阴性葡萄球菌,在葡萄球菌性 NVE 的治疗中,不再推荐添加氨基糖苷类药物,原因在于其会显著提升肾毒性。对于甲氧西林敏感金黄色葡萄球菌(MSSA)所致感染性心内膜炎(IE)且青霉素过敏的稳定患者,可尝试青霉素脱敏疗法,或者选用头孢唑林进行治疗。因为万古霉素在疗效上不如头孢唑林。若无法使用 β -内酰胺类药物,那么应当选择达托霉素,并与另一种具有强效抗葡萄球菌活性的药物联合使用,以此增强抗菌效果,同时规避耐药性的产生。与 NVE 相比,金黄色葡萄球菌 PVE 在治疗上存在一些其他不同之处,包括总治疗时长、氨基糖苷类药物的使用,以及在菌血症清除后,经过 3~5 天有效的抗生素治疗,需要添加利福平。尽管相关证据并不充分,但在葡萄球菌性 PVE 的治疗中加入利福平,已经成为一种标准治疗方法。对于青霉素过敏的 PVE 患者,达托霉素可与头孢洛林或磷霉素联合使用,也可与庆大霉素(使用 2 周)加利福平联合使用,且治疗周期至少为 6 周。耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)通常对多种抗生素耐药,针对严重感染,仅能用万古霉素、达托霉素、头孢洛林和达巴万星进行治疗。随着万古霉素使用剂量的增加或者耐药性的增强,其肾毒性问题需要高度关注。鉴于高剂量万古霉素存在较高的肾毒性风险,应当考虑调整治疗方案。达托霉素至少与万古霉素疗效相当,而且相较于万古霉素,达托霉素能带来更好的治疗效果。

3.2. 外科手术治疗

依据 2016 年美国胸外科协会(AATS)关于手术治疗 IE 的指南[33],对于出现严重心力衰竭、严重瓣

膜功能障碍、人工瓣膜感染、瓣膜小叶外侵犯、复发性全身栓塞、大型可移动赘生物,或者尽管经过5~7天的抗生素治疗,败血症仍持续存在的患者,建议实施手术治疗。AATS指南[33]强调,对于左心原生心内膜炎或人工瓣膜心内膜炎患者,如果存在直径大于10 mm的可移动赘生物,即使进行了恰当的抗生素治疗,仍然存在栓塞现象,那么应立即甚至紧急进行手术。再次发生栓塞事件的风险受到赘生物的位置、大小、可移动性、既往栓塞情况、病菌类型以及抗菌治疗时长等多种因素的影响。右心IE最常见的手术指征是无法有效控制感染和脓毒性肺栓塞,较少出现的指征是三尖瓣返流。当多个瓣膜受累,也就是左、右瓣膜均发生感染时,手术指征通常由左心IE来决定。

关于手术时机的选择至今仍存在争议,有研究认为,如果患者因为脑出血或脑栓塞而陷入昏迷状态,此时不适合进行早期手术干预,应将手术适当推迟4~6周,或者等到患者的神经系统症状有所改善后,再进行手术治疗[34]。虽然推迟手术能够延长抗生素治疗时间,维持血流动力学稳定,但也会增加疾病进展的风险,包括瓣膜破坏、脓肿形成、心脏传导阻滞、栓塞等并发症,甚至可能导致患者死亡[35]。2023年ESC指南[4]将紧急手术定义为需要在3~5天内进行干预的手术,不过,一旦确定了紧急手术指征,就应避免不必要的延误。

4. 小结

综上所述,超声心动图在IE诊断中占据重要地位,TTE作为评估IE的首选方法,用于初步诊断和病情严重程度评估,优势在于无创、经济、操作要求相对低,能快速发现赘生物,观察其特征及心脏结构、功能和血流情况。局限性在于存在假阳性,敏感性和特异性相对较低,与之相比,TEE检测赘生物、小叶穿孔等并发症敏感性高,能在术中辅助决策,但属于侵入性检查。除超声心动图外,CT作为一种安全、无创的检查技术,除了能检测瓣膜感染性心内膜炎的并发症,CT还能提供比TEE更丰富的瓣膜外信息,为临床医生提供了更多的诊断信息及手术参考。MRI在IE诊断中也有其独特的价值,尤其在评估心肌受累等方面具有重要意义。氟18氟脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG)正电子发射断层扫描计算机断层扫描(PET/CT)及放射性标记白细胞单光子发射计算机断层扫描(WBC SPECT/CT)作为另一种技术,在IE诊断中也有其优势,尤其在某些特定情况下,能够为诊断提供有力支持。在IE治疗方面,抗生素治疗仍然是基础,对不同的菌种的治疗也更加详细并且抗生素的使用采用口服可降低长期死亡率。是否手术需要根据患者情况进行评估,选择合适的手术时机,推迟手术虽然可以延长抗生素治疗时间和维持血流动力学稳定,但会增加疾病进展的风险,早期手术能降低死亡风险,因此早期手术已得到普遍认可。

参考文献

- [1] Durack, D.T., Lukes, A.S., Bright, D.K. and Duke Endocarditis Service (1994) New Criteria for Diagnosis of Infective Endocarditis: Utilization of Specific Echocardiographic Findings. *The American Journal of Medicine*, **96**, 200-209. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(94\)90143-0](https://doi.org/10.1016/0002-9343(94)90143-0)
- [2] Thornhill, M.H., Jones, S., Prendergast, B., Baddour, L.M., Chambers, J.B., Lockhart, P.B., et al. (2017) Quantifying Infective Endocarditis Risk in Patients with Predisposing Cardiac Conditions. *European Heart Journal*, **39**, 586-595. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx655>
- [3] Rajani, R. and Klein, J.L. (2020) Infective Endocarditis: A Contemporary Update. *Clinical Medicine*, **20**, 31-35. <https://doi.org/10.7861/clinmed.cme.20.1.1>
- [4] Delgado, V., Ajmone Marsan, N., de Waha, S., Bonaros, N., Brida, M., Burri, H., et al. (2023) 2023 ESC Guidelines for the Management of Endocarditis. *European Heart Journal*, **44**, 3948-4042. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193>
- [5] Fowler, V.G., Durack, D.T., Selton-Suty, C., Athan, E., Bayer, A.S., Chamis, A.L., et al. (2023) The 2023 Duke-International Society for Cardiovascular Infectious Diseases Criteria for Infective Endocarditis: Updating the Modified Duke Criteria. *Clinical Infectious Diseases*, **77**, 518-526. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad271>
- [6] Liesman, R.M., Pritt, B.S., Maleszewski, J.J. and Patel, R. (2017) Laboratory Diagnosis of Infective Endocarditis. *Journal of Clinical Microbiology*, **55**, 2599-2608. <https://doi.org/10.1128/jcm.00635-17>

- [7] 刘鑫裴, 苗齐. 活动期感染性心内膜炎的外科治疗: 进展与挑战[J]. 中国科学: 生命科学, 2021, 51(8): 970-978.
- [8] Mills, M.T., Calvert, P. and Lip, G.Y.H. (2024) Editorial Commentary: Infective Endocarditis: Five Key Developments. *Trends in Cardiovascular Medicine*, **34**, 507-509. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2024.01.007>
- [9] Sebastian, S.A., Co, E.L., Mehendale, M., Sudan, S., Manchanda, K. and Khan, S. (2022) Challenges and Updates in the Diagnosis and Treatment of Infective Endocarditis. *Current Problems in Cardiology*, **47**, Article ID: 101267. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101267>
- [10] 陈曦, 梁娟. 超声心动图在感染性心内膜炎诊断中的应用价值[J]. 岭南急诊医学杂志, 2024, 29(4): 337-339+373.
- [11] 卓宇, 龙湘党. 117 例感染性心内膜炎临床及超声心动图特征分析[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(21): 33-37.
- [12] Hryniewicz, T., Zatorska, K., Abramczuk, E., Zakrzewski, D., Szymański, P., Kuśmierczyk, M., *et al.* (2019) The Usefulness of Cardiac CT in the Diagnosis of Perivalvular Complications in Patients with Infective Endocarditis. *European Radiology*, **29**, 4368-4376. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5965-2>
- [13] 周洁, 朱梅. 超声心动图在感染性心内膜炎诊疗中的应用进展[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34(2): 120-123+127.
- [14] Afonso, L., Kottam, A., Reddy, V. and Penumetcha, A. (2017) Echocardiography in Infective Endocarditis: State of the Art. *Current Cardiology Reports*, **19**, Article No. 127. <https://doi.org/10.1007/s11886-017-0928-9>
- [15] Castillo Almeida, N.E., Gurram, P., Esquer Garrigos, Z., Mahmood, M., Baddour, L.M. and Sohail, M.R. (2020) Diagnostic Imaging in Infective Endocarditis: A Contemporary Perspective. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, **18**, 911-925. <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1773260>
- [16] MacKay, E.J., Zhang, B., Augoustides, J.G., Groeneveld, P.W. and Desai, N.D. (2022) Association of Intraoperative Transesophageal Echocardiography and Clinical Outcomes after Open Cardiac Valve or Proximal Aortic Surgery. *JAMA Network Open*, **5**, e2147820. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.47820>
- [17] Haq, I., Haq, I., Griffin, B. and Xu, B. (2021) Imaging to Evaluate Suspected Infective Endocarditis. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, **88**, 163-172. <https://doi.org/10.3949/ccjm.88a.19142>
- [18] Habib, G., Lancellotti, P., Antunes, M.J., *et al.* 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.
- [19] Jain, V., Wang, T.K.M., Bansal, A., Farwati, M., Gad, M., Montane, B., *et al.* (2021) Diagnostic Performance of Cardiac Computed Tomography versus Transesophageal Echocardiography in Infective Endocarditis: A Contemporary Comparative Meta-Analysis. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, **15**, 313-321. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2020.11.008>
- [20] Familiari, A., Liberati, M., Lim, P., Pagani, G., Cali, G., Buca, D., *et al.* (2017) Diagnostic Accuracy of Magnetic Resonance Imaging in Detecting the Severity of Abnormal Invasive Placenta: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, **97**, 507-520. <https://doi.org/10.1111/aogs.13258>
- [21] Oliveira, M., Guittet, L., Hamon, M. and Hamon, M. (2020) Comparative Value of Cardiac CT and Transesophageal Echocardiography in Infective Endocarditis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, **2**, e190189. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020190189>
- [22] Salaun, E. and Habib, G. (2018) Beyond Standard Echocardiography in Infective Endocarditis: Computed Tomography, 3-Dimensional Imaging, and Multi-Imaging. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, **11**, e007626. <https://doi.org/10.1161/circimaging.118.007626>
- [23] Wang, T.K.M., Bin Saeed, M., Chan, N., Obuchowski, N.A., Shrestha, N., Xu, B., *et al.* (2020) Complementary Diagnostic and Prognostic Contributions of Cardiac Computed Tomography for Infective Endocarditis Surgery. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, **13**, e011126. <https://doi.org/10.1161/circimaging.120.011126>
- [24] Baddour, L.M., Wilson, W.R., Bayer, A.S., Fowler, V.G., Tleyjeh, I.M., Rybak, M.J., *et al.* (2015) Infective Endocarditis in Adults: Diagnosis, Antimicrobial Therapy, and Management of Complications: A Scientific Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. *Circulation*, **132**, 1435-1486. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000296>
- [25] Gomes, A., Glaudemans, A.W.J.M., Touw, D.J., van Melle, J.P., Willems, T.P., Maass, A.H., *et al.* (2017) Diagnostic Value of Imaging in Infective Endocarditis: A Systematic Review. *The Lancet Infectious Diseases*, **17**, e1-e14. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(16\)30141-4](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(16)30141-4)
- [26] Kramer, C.M., Barkhausen, J., Bucciarelli-Ducci, C., Flamm, S.D., Kim, R.J. and Nagel, E. (2020) Standardized Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging (CMR) Protocols: 2020 Update. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, **22**, Article No. 17. <https://doi.org/10.1186/s12968-020-00607-1>
- [27] Arockiam, A.D., Agrawal, A., El Dahdah, J., Honnekeri, B., Kafil, T.S., Halablab, S., *et al.* (2023) Contemporary Review of Multi-Modality Cardiac Imaging Evaluation of Infective Endocarditis. *Life*, **13**, Article No. 639.

- <https://doi.org/10.3390/life13030639>
- [28] ten Hove, D., Slart, R.H.J.A., Sinha, B., Glaudemans, A.W.J.M. and Budde, R.P.J. (2021) ^{18}F -FDG PET/CT in Infective Endocarditis: Indications and Approaches for Standardization. *Current Cardiology Reports*, **23**, Article No. 130. <https://doi.org/10.1007/s11886-021-01542-y>
- [29] Holcman, K., Rubiś, P., Ząbek, A., Boczar, K., Podolec, P. and Kostkiewicz, M. (2023) Advances in Molecular Imaging in Infective Endocarditis. *Vaccines*, **11**, Article No. 420. <https://doi.org/10.3390/vaccines11020420>
- [30] Roque, A., Pizzi, M.N., Cuéllar-Calàbria, H. and Aguadé-Bruix, S. (2017) ^{18}F -FDG-PET/CT Angiography for the Diagnosis of Infective Endocarditis. *Current Cardiology Reports*, **19**, Article No. 15. <https://doi.org/10.1007/s11886-017-0824-3>
- [31] Gazzilli, M., Albano, D., Lucchini, S., Peli, A., Cerudelli, E., Bertagna, F., *et al.* (2022) New Criteria for the Diagnosis of Infective Endocarditis Using ^{18}F -FDG PET/CT Imaging. *Journal of Nuclear Cardiology*, **29**, 2188-2194. <https://doi.org/10.1007/s12350-021-02663-1>
- [32] Mikail, N. and Hyafil, F. (2021) Nuclear Imaging in Infective Endocarditis. *Pharmaceuticals*, **15**, Article No. 14. <https://doi.org/10.3390/ph15010014>
- [33] Pettersson, G.B. and Hussain, S.T. (2019) Current AATS Guidelines on Surgical Treatment of Infective Endocarditis. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **8**, 630-644. <https://doi.org/10.21037/acs.2019.10.05>
- [34] 甘礼溪, 陈欧迪, 陈帆宇, 等. 感染性心内膜炎患者二尖瓣成形术的研究进展[J]. 中国胸心血管外科临床杂志: 1-9.
- [35] 宋雨, 吴龙, 董念国. 感染性心内膜炎外科治疗新进展[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2021, 28(6): 740-749.