

一例侵袭性肺真菌感染合并气管纵隔瘘救治及文献复习

杨子艺, 肖玉婷, 李鑫慧, 徐博文, 余西, 孙家兴, 王红梅*

青岛大学附属医院呼吸与危重症医学科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年3月24日; 录用日期: 2026年4月18日; 发布日期: 2026年4月27日

摘要

目的: 探讨侵袭性曲霉合并毛霉感染导致气管-支气管纵隔瘘的临床特征、诊断要点及综合治疗策略。方法: 分析1例侵袭性曲霉合并毛霉感染患者的临床资料, 包括影像学表现、支气管镜特征、病原学检测结果及治疗过程, 并结合相关文献进行分析。结果: 患者以咳嗽、咳痰及呼吸困难起病, 胸部CT提示肺部感染伴气道结构异常及纵隔内异常气体影; 支气管镜检查见气道黏膜广泛坏死, 气道壁多处连续性中断, 可见多个瘘口, 提示气管-支气管纵隔瘘形成, 并伴严重气道狭窄。病理及微生物学检查证实曲霉合并毛霉感染。经系统抗真菌治疗联合支气管镜介入(气道支架置入及局部处理)后, 肺部炎症一度好转, 但气道结构破坏持续存在, 支架多次移位。治疗过程中患者出现类似免疫重建炎症反应, 经糖皮质激素干预后症状缓解。结论: 侵袭性曲霉合并毛霉感染可导致气道壁严重破坏并形成气管-支气管纵隔瘘, 是一种少见但危重的临床表现。支气管镜检查在诊断中具有关键作用。治疗需采取系统抗真菌治疗与气道介入相结合的综合策略, 并在治疗过程中警惕免疫炎症反应的发生。

关键词

侵袭性真菌感染, 曲霉, 毛霉, 气管-支气管纵隔瘘, 支气管镜介入

Management of Invasive Pulmonary Fungal Infection Complicated by Tracheobronchial-Mediastinal Fistula: A Case Report and Literature Review

Ziyi Yang, Yuting Xiao, Xinhui Li, Bowen Xu, Xi Yu, Jiaying Sun, Hongmei Wang*

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 杨子艺, 肖玉婷, 李鑫慧, 徐博文, 余西, 孙家兴, 王红梅. 一例侵袭性肺真菌感染合并气管纵隔瘘救治及文献复习[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 4897-4903. DOI: 10.12677/acm.2026.1641763

Abstract

Objective: To explore the clinical characteristics, diagnostic features, and comprehensive treatment strategies of tracheobronchial mediastinal fistula caused by invasive *Aspergillus* combined with mucormycosis. **Methods:** The clinical data of a patient with invasive *Aspergillus* combined with mucormycosis were retrospectively analyzed, including imaging findings, bronchoscopic features, etiological results, and treatment course, and relevant literature was reviewed. **Results:** The patient presented with cough, sputum production, and dyspnea. Chest CT showed pulmonary infection with abnormal airway structure and mediastinal gas shadows. Bronchoscopy revealed extensive mucosal necrosis, discontinuity of the airway wall, and multiple fistula openings, suggesting the formation of tracheobronchial mediastinal fistula with severe airway stenosis. Pathological and microbiological examinations confirmed *Aspergillus* and *Mucor* co-infection. After systemic antifungal therapy combined with bronchoscopic airway intervention (stent implantation and local treatment), pulmonary inflammation was partially improved; however, airway structural damage persisted and stent displacement occurred repeatedly. During treatment, the patient developed a transient inflammatory exacerbation suggestive of an immune reconstitution-like response, which was alleviated after corticosteroid therapy. **Conclusion:** Invasive *Aspergillus* combined with mucormycosis can lead to severe airway destruction and tracheobronchial mediastinal fistula, which is a rare but critical clinical condition. Bronchoscopy plays a key role in diagnosis. Comprehensive treatment combining systemic antifungal therapy and airway intervention is required, and inflammatory reactions during treatment should be closely monitored.

Keywords

Invasive Fungal Infection, *Aspergillus*, *Mucor*, Tracheobronchial-Mediastinal Fistula, Bronchoscopic Intervention

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. 病例资料

患者男, 22岁, 因“咳嗽、咳痰伴胸闷气促 10 余天”入院。入院胸部 CT 提示右肺上叶空洞性病变伴周围炎性浸润, 双肺感染性病变; 同时可见气管及左主支气管形态欠规整, 管壁增厚, 纵隔内多发斑片状及气体密度影, 提示气道壁破坏并与纵隔存在异常交通, 考虑气管-支气管纵隔瘘形成(见图 1(a))。

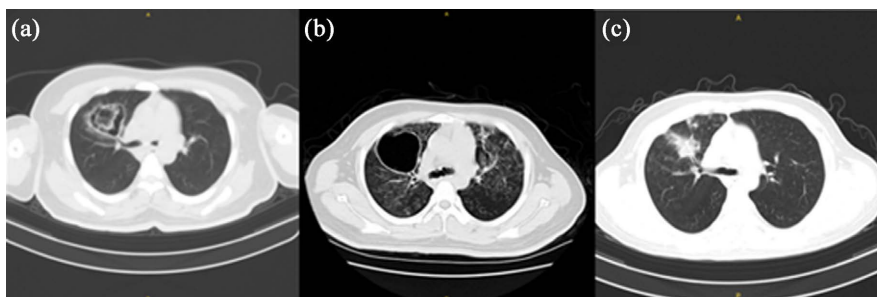
进一步行支气管镜检查, 镜下见气管中下段明显狭窄, 大量坏死组织附着, 气管结构严重破坏; 气道壁多处连续性中断, 可见多个瘘口, 隆突结构破坏, 左主支气管开口以下亦见瘘口形成, 右中叶远端亦可见瘘口样改变, 提示侵袭性病变导致气道壁全层破坏并形成气管-支气管纵隔瘘(见图 2(a))。同时, 坏死组织及分泌物阻塞管腔, 并伴明显气道狭窄。为明确病原学, 取气道坏死组织及支气管肺泡灌洗液送检。病理提示气道组织坏死伴真菌感染; 培养检出米根霉(*Rhizopus microsporus*); 宏基因组二代测序(mNGS)提示黄曲霉(*Aspergillus flavus*)及米根霉等真菌序列阳性。结合临床表现、影像学及支气管镜特征, 明确诊断为侵袭性曲霉合并毛霉感染, 累及气管及主支气管, 并形成气管-支气管纵隔瘘及严重气道狭窄。由于患者存在明显呼吸困难, 并合并气道壁破坏及纵隔瘘, 经多学科讨论后行支气管镜下气道支架

置入术，分别置入气管及左主支气管覆膜支架，以封堵瘘口并维持气道通畅。术后气管支架发生移位，遂在气管镜下取出，而左主支气管支架位置相对稳定予以保留。经抗感染及抗真菌治疗后复查胸部 CT 提示肺部炎症较前明显吸收(见图 1(b))，但气道结构破坏仍未完全恢复。

患者出院后继续口服抗真菌治疗，但约 1 周后因自行停药，症状逐渐加重再次入院。复查胸部 CT 提示肺部炎症较前部分吸收，但气道狭窄仍明显存在(见图 1(c))。支气管镜复查见气管及主支气管黏膜充血水肿，管腔内仍附着坏死组织及分泌物，并出现明显肉芽组织增生；原瘘口区域仍可见气道壁缺损及炎性改变，提示纵隔瘘未完全愈合，同时气道进一步狭窄(见图 2(b))。为改善气道通畅，再次行气管镜下气道支架置入术，但术后支架再次上移，遂予取出(见图 2(c))，左主支气管支架继续保留。

在第二次住院期间，患者在持续抗真菌治疗基础上出现发热，炎症指标升高，白细胞计数 $13.45 \times 10^9/L$ ，中性粒细胞计数 $12.13 \times 10^9/L$ ，C 反应蛋白(CRP) 28.22 mg/L，降钙素原(PCT) 0.171 ng/mL。但影像学及气道镜未见明确感染进展。经综合评估，考虑感染控制过程中出现免疫炎症反应可能。给予糖皮质激素(甲泼尼龙)抗炎治疗后，患者发热缓解，炎症指标逐渐下降，整体症状改善。

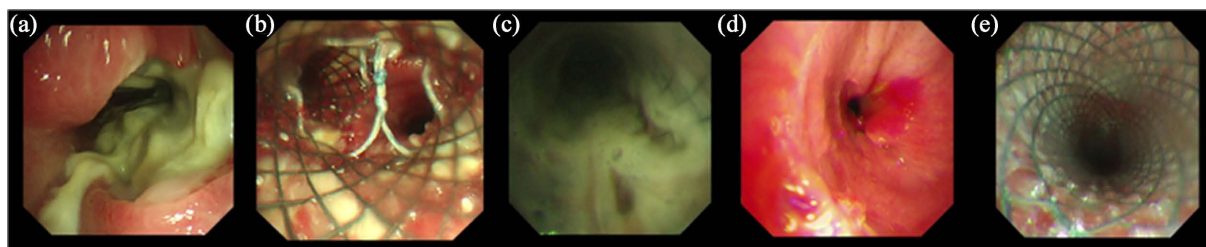
随后患者再次因胸闷及呼吸困难加重入院。气管镜检查提示气管中下段管腔明显狭窄，气道壁仍可见肉芽及坏死组织，部分区域可见不规则瘘口，左主支气管支架较前轻度上移，并伴局部气道再次狭窄(见图 2(d))。经气管镜调整支架位置后，因支架稳定性欠佳且影响气道通畅，最终决定将左主支气管支架取出。支架取出后复查气管镜示气道通畅度较前明显改善，局部黏膜仍可见炎性改变及少量坏死组织附着(见图 2(e))。为系统梳理患者多次住院期间的疾病进展、影像学及支气管镜变化以及治疗干预过程，绘制时间轴如图 3 所示。



(a) 首次入院时胸部 CT 示右肺上叶空洞性病变，周围可见炎性浸润影；(b) 治疗后复查胸部 CT 示肺部炎症较前吸收，空洞周围浸润明显减少；(c) 第二次入院时胸部 CT 示气道狭窄较前加重。

Figure 1. Chest CT findings

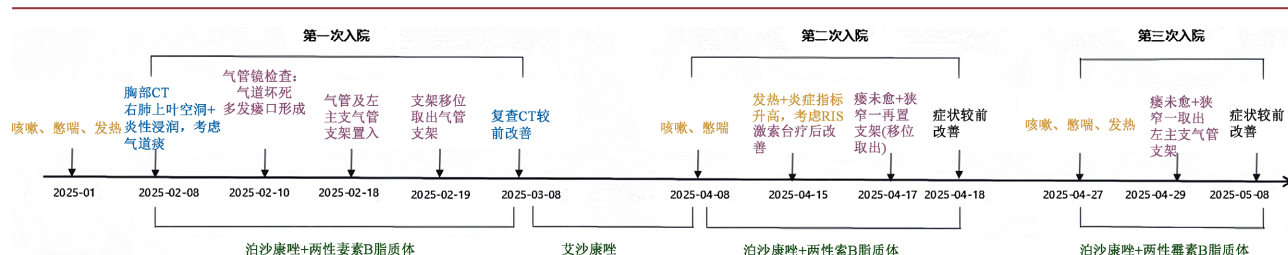
图 1. 胸部 CT 表现



(a) 首次气管镜检查示气道内大量坏死组织附着并阻塞管腔；(b) 第二次入院气管镜示气管及主支气管明显狭窄；(c) 支气管镜下气道支架置入术后气道通畅度改善；(d) 第三次入院气管镜示气道支架移位；(e) 急诊气管镜下支架取出后气道通畅度恢复。

Figure 2. Bronchoscopic airway lesions and bronchoscopic interventions

图 2. 支气管镜下气道病变及气道介入治疗情况



该图按时间顺序展示患者 3 次住院期间的主要临床事件、影像学及支气管镜变化、气道介入操作和抗真菌治疗调整过程，反映了侵袭性曲霉合并毛霉感染所致气道狭窄及反复气道干预的诊疗经过。

Figure 3. Timeline of disease progression, diagnosis, and treatment

图 3. 患者疾病进展及诊疗过程时间轴

2. 讨论

2.1. 侵袭性真菌感染的气道破坏机制及临床意义

侵袭性真菌感染是呼吸系统严重感染性疾病之一，其中曲霉和毛霉为最常见的致病真菌[1]。曲霉感染多见于免疫功能低下患者，而毛霉菌感染虽相对少见，但侵袭性更强、进展迅速且病死率较高[2]。近年来，随着免疫抑制治疗及糖皮质激素应用增加，侵袭性真菌感染的临床识别率明显上升[3]-[5]。

侵袭性真菌不仅累及肺实质，还可直接侵犯气道黏膜形成侵袭性气道感染[6][7]。其中，毛霉菌具有显著的血管侵犯特性，可导致血管栓塞、组织缺血及坏死，是气道结构破坏的关键机制[1]；而曲霉感染则以气道黏膜炎症、坏死及假膜形成为主要表现[8]。在持续侵袭过程中，气道可出现坏死组织堆积、肉芽组织增生及瘢痕修复，最终导致气道狭窄甚至阻塞[6]。影像学多表现为实变、结节或空洞等坏死性病变，支气管镜下可见黏膜充血、水肿、溃疡及假膜形成等表现[9]。

曲霉与毛霉混合感染虽较为罕见，但其致病机制可能叠加，从而加重气道壁破坏并促进气道狭窄的快速进展[10]。毛霉菌感染的发生与宿主免疫状态密切相关，其中糖尿病是最重要的危险因素之一，高血糖环境可促进真菌生长并削弱机体免疫防御功能[11]。既往研究亦表明，气道毛霉感染患者多合并糖尿病或免疫抑制状态[8][12]。本例患者合并糖尿病并同时存在曲霉及毛霉感染，提示宿主因素与局部气道环境改变在混合感染发生中的重要作用。

既往报道显示，侵袭性毛霉感染累及气道时可导致气管或支气管壁结构破坏，严重情况下可进一步形成气道与纵隔之间的异常交通，即气管-支气管纵膈瘘[12][13]。与单纯气道狭窄相比，气道瘘提示局部组织破坏更深，处理更为复杂，常需联合介入封堵、抗感染及长期随访。

因此，当临床出现进展迅速的气道狭窄或坏死性气道病变时，应高度警惕侵袭性真菌感染的可能，并尽早通过支气管镜获取病原学证据[6][14]。既往病例及回顾性研究亦提示，此类患者多累及气管或主支气管，部分病例需联合支气管镜介入或手术治疗，整体预后较差。本文结合近 10 年相关病例(见表 1)进一步证实，该类疾病具有进展快、侵袭性强及预后不良等特点。

2.2. 支气管镜介入在侵袭性气道真菌感染中的作用

在侵袭性真菌感染导致气道结构破坏及进行性狭窄的过程中，单纯系统抗真菌治疗往往难以及时改善气道通畅度，因此支气管镜介入在此类患者的治疗中具有关键作用[14][17]。在前述气道侵袭机制基础上，坏死组织堆积、肉芽增生及瘢痕修复是导致气道持续狭窄的重要因素，而气管镜下介入可直接作用于局部病变，是实现气道重建的重要手段。

支气管镜介入的主要作用包括清除气道内坏死组织、解除机械性阻塞以及维持气道通畅。通过气管镜下坏死组织清除、球囊扩张或支架植入等措施，可迅速缓解气道阻塞症状并改善通气功能[17][18]。

Table 1. Reported cases of airway-involved mucormycosis in the past decade**表 1.** 近 10 年累及气道的毛霉感染病例报道汇总

文献	受累部位	危险因素	气道狭窄/阻塞	气道介入或手术	结局
Kim M 等[7]	支气管	糖尿病	是	无	死亡
Poursadegh F 等[13]	支气管	糖尿病	未明确	外科手术	未明确
Sayyadi A 等[15]	支气管内并累及纵隔	糖尿病、相关感染病史	未明确	未实施	改善
Wang Y 等[12]	气管及左主支气管	糖尿病	是	气管镜球囊扩张	恢复
Zheng Y 等[16]	气管	糖尿病、气管切开	未明确	外科手术	改善
本病例	气管	糖尿病	是	气管镜介入	改善

注：“气道狭窄/阻塞”依据原文影像学或支气管镜描述进行判断；部分文献未提供明确描述，标注为“未明确”。“气道介入或手术”包括支气管镜下清创、球囊扩张、外科清创或其他气道相关操作。

既往研究表明，支气管镜介入在气道毛霉感染患者中具有一定安全性和可行性，可作为系统抗真菌治疗的重要辅助手段[14]。

然而，由于侵袭性真菌感染常伴持续组织坏死及炎症反应，气道支架植入后仍可能出现支架移位、肉芽组织增生及继发感染等并发症，影响治疗效果[18] [19]。本例患者在治疗过程中出现支架反复移位，提示其支架治疗失败更可能是多因素共同作用的结果，而非单一技术因素所致。一方面，患者存在明显气道壁破坏及瘘口形成，可供支架稳定固定的正常支撑结构不足；另一方面，局部坏死组织持续存在、炎症活动未完全控制，且后续出现肉芽组织增生及分泌物潴留，均可能进一步改变气道形态及局部受力状态，从而影响支架稳定性。此外，肉芽组织增生及支架相关异物反应也可能参与支架失稳及再狭窄的发生。

需要指出的是，支架类型、长度、直径及覆膜方式均可能对支架稳定性产生影响，但就本例而言，现有临床资料尚不足以将支架反复移位简单归因于型号或尺寸选择不当。相较之下，本例更可能反映了在广泛坏死、瘘口形成及持续炎症活动背景下，局部气道组织床极不稳定，导致单纯依赖支架维持气道通畅存在局限性。

此外，支气管镜不仅在机械性解除气道阻塞方面发挥作用，还可作为局部抗真菌治疗的重要途径。通过气管镜清除坏死组织并局部灌注两性霉素 B，可提高局部药物浓度，促进感染控制并改善气道炎症状态[20] [21]。因此，在侵袭性气道真菌感染的治疗中，应根据病变范围、组织破坏程度及气道稳定性进行综合评估，合理结合气道介入与系统抗真菌治疗，以实现气道重建与感染控制的协同目标。

2.3. 综合治疗策略及 IRIS 的识别与处理

在侵袭性气道真菌感染的治疗中，系统抗真菌治疗是基础，但由于气道结构破坏明显、局部病灶负荷较高，单纯药物治疗往往难以及时控制病情，因此常需结合气道干预及个体化综合治疗策略[2] [17]。在前述气道侵袭及结构破坏机制基础上，抗真菌治疗不仅需抑制病原体生长，还需兼顾气道重建、局部病原负荷清除及炎症反应调控。

毛霉菌感染进展迅速且侵袭性强，目前仍以两性霉素 B 为首选治疗药物[1]。脂质体两性霉素 B 在降低肾毒性的同时可维持良好的抗真菌活性，但其应用过程中仍可导致明显电解质紊乱，尤其是低钾血症[2]。本例患者在治疗过程中出现顽固性低钾血症，提示在严重侵袭性真菌感染背景下，机体状态及药物不良反应可能共同影响治疗耐受性，因此需动态评估并及时调整治疗方案。对于两性霉素 B 不耐受患者，可考虑应用新型三唑类抗真菌药物，如艾沙康唑。既往研究表明，艾沙康唑对曲霉及毛霉均具有良好的抗真菌活性及耐受性[22] [23]。本例患者在调整为艾沙康唑治疗后病情逐渐稳定，提示其在混合真菌感染

中具有一定替代治疗价值。

此外, 由于本例以气道受累为主, 局部坏死组织堆积明显, 单纯系统治疗难以及时降低局部病原负荷, 因此联合支气管镜下清除坏死组织并局部灌注两性霉素 B, 有助于提高局部药物浓度并促进感染控制[17] [20] [21]。该策略与前述气道介入治疗形成协同作用, 是控制气道侵袭性真菌感染的重要组成部分。

值得关注的是, 在抗真菌治疗过程中, 患者出现发热、炎症指标波动或影像学短期变化时, 不能简单等同于感染进展, 而应首先在感染性与非感染性因素之间进行充分鉴别。对于此类复杂病例, 需重点评估真菌感染持续活动或耐药病原增殖、继发或亚临床细菌感染、药物热及其他药物不良反应, 以及支架作为异物所致局部炎症和肉芽反应等可能因素。只有在结合病原学、影像学、支气管镜表现及治疗反应后, 方可对病情波动做出较为可靠的判断。在本例中, 患者治疗过程中曾出现类似炎症反应加重的表现。结合当时未见明确感染进展的证据, 且经糖皮质激素治疗后症状逐渐改善, 提示该阶段临床恶化更倾向于感染控制过程中出现的过度炎症反应, 呈现出类似免疫重建炎症综合征(immune reconstitution inflammatory syndrome, IRIS)的临床特征[24] [25]。但需强调的是, 现有证据仍不足以绝对排除隐匿感染或其他伴随因素的共同作用, 因此, 对类似 IRIS 的炎症反应的判断应建立在充分鉴别诊断基础之上, 并保持审慎。对于病情短期波动明显且感染进展证据不足的患者, 适当的抗炎治疗可能有助于控制过度免疫反应, 但前提仍是在动态监测基础上持续警惕并评估感染恶化的可能。

3. 总结与临床启示

综上, 侵袭性气道真菌感染, 尤其是曲霉合并毛霉感染, 具有进展迅速、气道侵袭性强及预后较差等特点, 其诊治需围绕气道结构破坏这一核心机制展开。临床上应重视早期支气管镜检查以明确气道受累情况并获取病原学证据, 在系统抗真菌治疗基础上, 结合气道介入及局部治疗以实现感染控制与气道重建的协同目标[17] [20] [21]。

在治疗过程中, 应根据患者耐受性动态调整抗真菌方案, 对于两性霉素 B 不耐受者可选择艾沙康唑等替代药物[22] [23]。同时, 应警惕抗真菌治疗过程中出现的炎症反应加重现象, 注意识别 IRIS 与感染进展的差异, 在排除感染恶化后可考虑短期抗炎治疗[24] [25]。因此, 针对该类疾病应采取多学科参与的个体化综合管理策略, 以提高治疗效果并改善患者预后。

声 明

本研究获得青岛大学附属医院伦理委员会批准(审批号: QYFY WZLL 42235)。

参考文献

- [1] Alqarihi, A., Kontoyiannis, D.P. and Ibrahim, A.S. (2023) Mucormycosis in 2023: An Update on Pathogenesis and Management. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, **13**, Article ID: 1254919. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1254919>
- [2] Cornely, O.A., Alastruey-Izquierdo, A., Arenz, D., Chen, S.C.A., Dannaoui, E., Hochhegger, B., et al. (2019) Global Guideline for the Diagnosis and Management of Mucormycosis: An Initiative of the European Confederation of Medical Mycology in Cooperation with the Mycoses Study Group Education and Research Consortium. *Lancet Infectious Diseases*, **19**, e405-e21.
- [3] Cadena, J., Thompson, G.R. and Patterson, T.F. (2021) Aspergillosis: Epidemiology, Diagnosis, and Treatment. *Infectious Disease Clinics of North America*, **35**, 415-434. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2021.03.008>
- [4] Elkhapery, A., Fatima, M. and Soubani, A.O. (2025) Emerging Risk Factors for Invasive Pulmonary Aspergillosis: A Narrative Review. *Journal of Fungi*, **11**, Article 555. <https://doi.org/10.3390/jof11080555>
- [5] Hoenigl, M., Seidel, D., Carvalho, A., Rudramurthy, S.M., Arastehfar, A., Gangneux, J., et al. (2022) The Emergence of COVID-19 Associated Mucormycosis: A Review of Cases from 18 Countries. *The Lancet Microbe*, **3**, e543-e552. [https://doi.org/10.1016/s2666-5247\(21\)00237-8](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(21)00237-8)

- [6] Damaraju, V., Agarwal, R., Dhooria, S., Sehgal, I.S., Prasad, K.T., Gupta, K., *et al.* (2023) Isolated Tracheobronchial Mucormycosis: Report of a Case and Systematic Review of Literature. *Mycoses*, **66**, 5-12. <https://doi.org/10.1111/myc.13519>
- [7] Kim, M., Lim, J.H., Park, M., Cha, H.K., Kim, L. and Nam, H. (2020) A Rare Case of Fatal Endobronchial Mucormycosis Masquerading as Endobronchial Tuberculosis. *Medicina*, **56**, Article 64. <https://doi.org/10.3390/medicina56020064>
- [8] Wei, L., Zhu, P., Chen, X. and Yu, J. (2022) *Mycopathologia*, **187**, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11046-021-00607-4>
- [9] Li, X., Wang, X., Xu, S., Feng, Y., Liu, Y. and Zeng, C. (2025) Invasive Pseudomembranous *Aspergillus* Tracheobronchitis Accompanied with Fever and Hemoptysis: A Case Report. *Clinical Case Reports*, **13**, e70805. <https://doi.org/10.1002/ccr3.70805>
- [10] Sasani, E., Pakdel, F., Khodavaisy, S., Salehi, M., Salami, A., Sohrabi, M., *et al.* (2024) Mixed Aspergillosis and Mucormycosis Infections in Patients with COVID-19: Case Series and Literature Review. *Mycopathologia*, **189**, Article No. 10. <https://doi.org/10.1007/s11046-023-00808-z>
- [11] Patel, A., Kaur, H., Xess, I., Michael, J.S., Savio, J., Rudramurthy, S., *et al.* (2020) A Multicentre Observational Study on the Epidemiology, Risk Factors, Management and Outcomes of Mucormycosis in India. *Clinical Microbiology and Infection*, **26**, 944.e9-944.e15. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.11.021>
- [12] Wang, Y., Wang, S., Zhao, H. and Wang, C. (2025) Bronchial Stenosis Requires Vigilance against Tracheal Mucormycosis: A Case Report. *Frontiers in Medicine*, **12**, Article ID: 1510292. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1510292>
- [13] Poursadegh, F., Shazdeh Ahmadi, S., Oskouyan, Z., Alvandi Fard, M.M., Rezaeetalab, F., Mozdorian, M., *et al.* (2024) A Rare Case of Pulmonary Mucormycosis and Broncho-Esophageal Fistula in a Patient with Poorly Controlled Diabetes. *Clinical Case Reports*, **12**, e9093. <https://doi.org/10.1002/ccr3.9093>
- [14] Fan, Z., Yang, C., Zhang, L., Yang, M., Lv, Y., Xu, S., *et al.* (2025) Safety and Efficacy of Bronchoscopic Interventions for Tracheobronchial Mucormycosis: A 27-Patient Retrospective Cohort Study. *BMC Pulmonary Medicine*, **25**, Article No. 505. <https://doi.org/10.1186/s12890-025-03979-1>
- [15] Sayyadi, A., Salajegheh, F., Dalfardi, B. and Shafiepour, M. (2024) Simultaneous Endobronchial and Mediastinal Mucormycosis in a Patient with Diabetes Mellitus and SARS-CoV-2: A Case Report and Literature Review. *Heliyon*, **10**, e34258. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34258>
- [16] Zheng, Y., Yang, L., Yu, J., Wang, S. and Ye, X. (2025) Invasive Tracheal Mucormycosis Complicated by Myiasis Following Tracheostomy in a Diabetic Patient: A Case Report. *Medical Mycology Case Reports*, **48**, Article 100707. <https://doi.org/10.1016/j.mmcr.2025.100707>
- [17] Mahmood, K., Frazer-Green, L., Gonzalez, A.V., Shofer, S.L., Argento, A.C., Welsby, I., *et al.* (2025) Management of Central Airway Obstruction: An American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline. *CHEST*, **167**, 283-295. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2024.06.3804>
- [18] Sabath, B.F. and Casal, R.F. (2023) Airway Stenting for Central Airway Obstruction: A Review. *Mediastinum*, **7**, Article 18. <https://doi.org/10.21037/med-22-65>
- [19] Folch, E. and Keyes, C. (2018) Airway Stents. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, **7**, 273-283. <https://doi.org/10.21037/acs.2018.03.08>
- [20] Gao, Y., Wang, H., Bai, X.F., Wu, Y., Li, X., Wang, M., *et al.* (2025) Successful Management of Refractory Pulmonary Mucormycosis Using Intracavitary Amphotericin B: A Case Report and Literature Review. *American Journal of Case Reports*, **26**, e949413. <https://doi.org/10.12659/ajcr.949413>
- [21] Leng, X., Zhou, H., Xu, Z. and Xu, F. (2024) Oral Isavuconazole Combined with Nebulized Inhalation and Bronchoscopic Administration of Amphotericin B for the Treatment of Pulmonary Mucormycosis: A Case Report and Literature Review. *Journal of Fungi*, **10**, Article 388. <https://doi.org/10.3390/jof10060388>
- [22] Giacobbe, D.R., Bartalucci, C., Bavastro, M., Schiavoni, R., Di Pilato, V., Muccio, M., *et al.* (2025) Use of Isavuconazole in Critically Ill Patients in Intensive Care Units: A Prospective, Observational, Multicentre, Cohort Study. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy Antimicrobial Resistance*, **7**, dlaf177.
- [23] Gunathilaka, S.S., Keragala, R.K., Gunathilaka, K.M., Wickramage, S., Bandara, S.R., Senevirathne, I.S., *et al.* (2025) Use of Isavuconazole in Mucormycosis: A Systematic Review. *BMC Infectious Diseases*, **25**, Article No. 25. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10439-y>
- [24] Banz, M., Stallmach, A., Gaßler, N., Schulze, P.C., Fritzenwanger, M., Cornely, O., *et al.* (2023) Fatal Pulmonary Hemorrhage, Pneumothorax and Skin Necrosis Caused by IRIS to an *Aspergillus Flavus* Infection in a Young Patient with Metamizole Associated Agranulocytosis. *Infection*, **52**, 685-690. <https://doi.org/10.1007/s15010-023-02149-x>
- [25] Chen, Q., Yu, W., Wang, X., Zhao, C., Wang, P., Sun, L., *et al.* (2024) Case Report: A Diabetic Patient with Cryptococcal Meningoencephalitis Complicated by Post-Infectious Inflammatory Response Syndrome. *Frontiers in Immunology*, **15**, Article ID: 1444486. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1444486>