

儿童塑型性支气管炎的研究进展

田玉娟, 李渠北*

重庆医科大学附属儿童医院呼吸科, 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 儿科学重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2025年4月12日; 录用日期: 2025年5月5日; 发布日期: 2025年5月14日

摘要

儿童塑型性支气管炎(Plastic Bronchitis, PB)是儿童一种少见但严重的呼吸系统疾病, 支气管镜是诊断PB的金标准和治疗PB的关键。本文就PB的病因、发病机制、分类、临床表现、诊断、治疗、预后进行综述, 旨在提高临床医生的认识, 减少PB及其并发症的发生。

关键词

儿童, 塑型性支气管炎, 诊断, 治疗

Research Progress of Plastic Bronchitis in Children

Yujuan Tian, Qubei Li*

Department of Respiratory Medicine, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing

Received: Apr. 12th, 2025; accepted: May 5th, 2025; published: May 14th, 2025

Abstract

Plastic bronchitis is a rare but serious respiratory disease in children and bronchoscopy is the gold standard for diagnosing PB and the key to treating it. This article reviews the etiology and pathogenesis, classification, clinical manifestations, diagnosis, treatment, and prognosis of PB with the aim of increasing clinicians' awareness and reducing the incidence of PB and its complications.

*通讯作者。

文章引用: 田玉娟, 李渠北. 儿童塑型性支气管炎的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 501-506.
DOI: 10.12677/acm.2025.1551399

Keywords

Children, Plastic Bronchitis, Diagnosis, Treatment

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. 引言

塑型性支气管炎(Plastic Bronchitis, PB)是儿童一种少见但严重的呼吸系统疾病, 发病率为 6.8/10 万, 致死率为 7% [1]。其特征为各种病因导致的支气管内生型“胶冻状”分泌物形成, 进而导致气道阻塞, 影响肺通气及肺换气功能, 严重时可危及生命[2]。PB 的临床症状及影像学表现缺乏特异性, 漏诊率及误诊率较高。近年来, 随着对 PB 的病因、发病机制及治疗方法的深入研究, 对该病的认识不断更新。本综述就 PB 的病因及发病机制、临床表现、诊断、治疗、预后进行综述, 以提高临床医生对 PB 的认识, 以便早期诊断、及时治疗, 减少并发症的发生。

2. 病因

2.1. 感染

感染是引起儿童 PB 的主要病因之一。常见的呼吸道病原体包括支原体、流感病毒、腺病毒、人偏肺病毒等。近年来, 随着肺炎支原体感染合并 PB 的病例报道增多[3] [4], 肺炎支原体已成为 PB 最常见的病原菌, 这可能与亚洲肺炎支原体的流行病学特点有关[5]。病毒感染以流感病毒、腺病毒最为多见[6]。此外, 也有细菌感染的相关报道: 如流感嗜血杆菌[7]、副百日咳博德特氏菌[8]等, 但多以个例报道为主。

2.2. 淋巴系统异常

部分 PB 患者存在淋巴系统发育异常或功能障碍[9]。Schumacher KR 等[10]研究共纳入 25 例 Fontan 术后并发 PB 的患儿, 同时按照 1:2 的比例匹配共 43 例行 Fontan 术后未发生 PB 的患儿, 研究发现, PB 组手术后胸管引流时间、乳糜胸和腹水的发生率显著高于非 PB 组, 且 Fontan 术后早期发病的 PB 死亡风险相应增加($OR = 5.0, P = 0.002$)。在 PB 患儿中, 12/25 例最终死亡或接受心脏移植, 无移植患儿的中位生存期为 8.3 年。此外, 淋巴管扩张和淋巴管畸形等先天性或获得性淋巴系统异常, 可引发类似的病理改变[8]。

2.3. 其他

目前有肾病综合征并发 PB 的个例报道[11] [12], 此外还有儿童镰刀细胞性贫血、支气管肿瘤浸润相关 PB 的个例报道[13]。

3. 发病机制

3.1. 感染

感染引起 PB 的主要机制[14]为炎症细胞浸润及炎症介质释放, 导致黏膜水肿、上皮细胞脱落, 淋巴管通透性增加; 纤毛运动及能力下降, 清除黏液能力下降; 气道处于高分分泌状态, 持续分泌黏液; 这些因素共同促进 PB 的形成。

3.2. 淋巴系统异常

Fontan 术后改变了患儿正常的血液循环及淋巴循环路径, 使淋巴液在肺内的流动受阻, 导致蛋白质含量丰富的淋巴结在肺泡及间质内聚集[15]。此外, 在淋巴管扩张的情况下, 淋巴管管径异常增宽, 淋巴液回收效率降低, 导致淋巴液在组织间隙滞留, 刺激周围组织并诱发黏液分泌增加。而淋巴管畸形因为淋巴管结构和功能的缺陷, 使得淋巴液的生成与回流失衡, 进一步促使粘液栓及塑型物的形成, 加剧气道阻塞的风险, 最终导致 PB 的发生。

3.3. 肾病综合征

肾病综合征患儿可能存在免疫功能紊乱, 如 B 细胞功能异常等, 这可能增加感染的风险, 从而诱发 PB [16]; 肾病综合征患儿常伴有低蛋白血症, 可能导致血浆胶体渗透压降低, 引起组织水肿, 可能影响淋巴系统的正常功能, 导致淋巴回流异常; 长期使用免疫抑制剂的患儿, 感染流感病毒等病原体的风险增加; 肾病综合征患儿可能存在血液高凝状态, 容易形成血栓。血栓形成可能导致肺循环障碍, 增加肺部炎症和 PB 的风险。

4. 分类

对于 PB 有多种分类方法。目前应用最为广泛的为 1997 年 Seear M 等[17]根据塑型物的病理提出的分型, 该分型将 PB 分为两种类型, I 类为炎性细胞浸润为主的炎性管型, 多见于哮喘、肺部感染性疾病; II 型为非炎症型, 主要成分粘蛋白, 很少有炎症细胞浸润, 多见于心脏疾病术后, 尤其以 Fontan 术后多见。2002 年, Brogan TV 等[18]根据基础疾病将 PB 分为三类: 过敏性/哮喘性 PB、心脏相关性 PB 和特发性 PB。2005 年 Madsen P 等[19]根据疾病和塑型物组织学的关系提出 4 种新分型: 结构性心脏病合并黏蛋白为主塑型、淋巴管结构紊乱伴乳糜塑型、过敏性哮喘伴嗜酸细胞性塑型、镰状细胞病的急性胸部综合征伴纤维塑型。

5. 临床表现

因塑型物阻塞气道位置及塑型物大小的不同, PB 的临床表现多样, 但无明显特异性。大多数患儿表现为肺部感染性疾病常见的临床表现: 咳嗽、发热、气促、喘息等呼吸系统表现[20]。部分患儿可咳出具有特征性的“树枝样”塑型性黏液栓[21]。少数患儿出现严重的呼吸衰竭和低氧血症, 需要辅助通气支持维持正常的呼吸功能和氧合, 更有甚者出现窒息、死亡[2]。

6. 诊断

6.1. 影像学检查

胸部 X 线片和 CT 扫描是常见的影像学检查方法。PB 的胸部影像学表现无明显特异性[22], 胸部 X 线多表现为肺实变、肺不张、肺气肿等, 胸部 CT 扫描可清晰显示支气管内的黏液栓, 影像学上常表现为支气管内充盈缺损、管腔狭窄或阻塞。阻塞明显时, 可出现肺不张表现[23]。此外, 胸部 CT 三维重建可更清晰地显示病变部位及累及的范围。有研究对 141 例经 CT 诊断为大叶性肺炎、肺实变的患儿在支气管镜前 48 小时内完善了胸部 MRI 检查, 结果显示 MRI 诊断 PB 的灵敏度为 90.35%, 特异度为 76.09% [24]。

6.2. 支气管镜检查

支气管镜检查是诊断 PB 的“金标准”[25]。通过支气管镜可直接观察到支气管内的塑型性黏液栓,

且通过支气管镜钳夹塑型物。同时, 通过刷检、灌洗等手段获取病理标本明确 PB 的病理类型, 但因支气管镜检查有明确的适应症及禁忌症[26], 在基层医院使用较不广泛, 仍需进一步探讨 PB 发生的危险因素, 提高临床医生的识别能力。

6.3. 免疫学指标

病原体感染可导致 T 细胞亚群及免疫功能紊乱。王丹丹研究发现[27], CD3+、CD4+ T 淋巴细胞水平低于非 PB 组, CD8+ T 淋巴细胞水平高于非 PB 组, 且三者联合预测 PB 是否发生的曲线下面积最大, 为 0.862 (95% CI 0.774~0.950), 灵敏度为 87.50%, 特异度为 71.43%。另有研究发现, PB 患儿体内多种免疫介质显著升高: 如细胞因子如 IL-6、IL-8、IL-10、TNF- α 和 INF- γ 等[20] [28]。这提示当发生 PB 时, 炎症反应较强, 可刺激气道上皮细胞过度分泌黏液, 促进塑型物的形成及 PB 的发生。

7. 治疗

7.1. 病因治疗

针对由感染因素引发的 PB, 临床治疗应依据病原体的类型精准选择敏感的抗菌药物或抗病毒药物, 以实现对病原体的有效控制和消除。对于病毒感染, 如腺病毒等, 干扰素雾化治疗也被报道在 PB 的治疗中取得了一定疗效, 但尚需进一步研究证实[29]。对于因淋巴系统异常引发的 PB, 可尝试采用淋巴管介入治疗。该治疗方法主要通过经导管淋巴管造影技术精确识别异常的淋巴管结构, 随后利用淋巴管栓塞术阻断异常淋巴管的回流, 使异常扩张的淋巴管闭合, 恢复淋巴液回流的正常路径, 减轻肺部淋巴液的淤积, 进而缓解气道黏膜的刺激, 减少黏液分泌, 达到治疗 PB 的目的。

7.2. 支气管镜治疗

支气管镜下及时清除塑型物是治疗 PB 的关键。通过支气管镜可以将塑型物直接取出, 迅速缓解气道阻塞, 恢复气道通畅, 从而改善通气功能。此外, 该手术方式具有创伤小、恢复快、效果显著等优点, 是目前治疗 PB 的重要措施之一。有研究回顾性分析了 107 例 PB 患儿的临床资料, 发现所有患儿均接受了支气管镜检查及塑型物取出术, 且多数患儿在首次支气管镜清除塑型物后病情可较快缓解[30]。

7.3. 呼吸支持

对于严重 PB 患儿, 维持气道通畅、改善氧合是改善症状的重要方法。当患儿出现严重的呼吸衰竭、低氧血症, 或常规氧疗及无创通气效果不佳时, 应考虑及时进行气管插管并实施机械通气。研究显示, 8 例呼吸功能不全的 PB 患儿中, 有 6 例接受了气管插管机械通气治疗, 呼吸困难和肺部影像学均很快有明显改善, 机械通气时间亦能得以缩短[31]。另有个例报道显示, 若当流感病毒合并 PB 出现严重可逆性严重呼吸衰竭, 使用 ECMO 可以有效提供足够的氧合[32], 从而很好地改善患儿的预后。

8. 预后

PB 的预后因病因、病情严重程度及治疗及时性而异, 早期诊断和及时治疗可以有效防止病情的进展及恶化。有研究发现当支气管镜下 PB 范围累及 2 个肺叶及以上、首次取出塑型物后仍需有创通气、并发肺外多脏器功能损害为 PB 患儿支气管塑型物反复发生的危险因素[30], 另可出现闭塞性支气管炎、支气管扩张、肺功能下降等并发症, 这提示临床医生需加强对 PB 患儿的认识及随访, 减少并发症发生。

9. 小结

PB 是儿童呼吸系统一种少见的疾病, 近年来, 随着支气管镜技术的普及及临床医生认识的提高, 该

病的认识和治疗效果有了显著提升。但 PB 的病因及发病机制目前尚未完全明确, 且 PB 的临床表现及影像学表现缺乏特异性, 对于 PB 的认识仍不够充分。且目前的研究多为单中心、小样本量研究, 未来仍需大样本量及多中心研究探索其发病机制及预防策略。

参考文献

- [1] Kunder, R., Kunder, C., Sun, H.Y., Berry, G., Messner, A., Frankovich, J., *et al.* (2013) Pediatric Plastic Bronchitis: Case Report and Retrospective Comparative Analysis of Epidemiology and Pathology. *Case Reports in Pulmonology*, **2013**, Article 649365. <https://doi.org/10.1155/2013/649365>
- [2] Soyer, T., Yalcin, S., Emiralioglu, N., Yilmaz, E.A., Soyer, O., Orhan, D., *et al.* (2016) Use of Serial Rigid Bronchoscopy in the Treatment of Plastic Bronchitis in Children. *Journal of Pediatric Surgery*, **51**, 1640-1643. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2016.03.017>
- [3] 王琦, 靳蓉, 陈敏, 等. 儿童塑型性支气管炎早期预警分析及可弯曲支气管镜治疗的临床研究[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(23): 1786-1792.
- [4] Li, Y., Williams, R.J., Dombrowski, N.D., Watters, K., Daly, K.P., Irace, A.L., *et al.* (2020) Current Evaluation and Management of Plastic Bronchitis in the Pediatric Population. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **130**, Article 109799. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109799>
- [5] Zhang, H., Yang, J., Zhao, W., Zhou, J., He, S., Shang, Y., *et al.* (2023) Clinical Features and Risk Factors of Plastic Bronchitis Caused by Refractory Mycoplasma Pneumoniae Pneumonia in Children: A Practical Nomogram Prediction Model. *European Journal of Pediatrics*, **182**, 1239-1249. <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04761-9>
- [6] Wang, W., Zhang, L., Ma, W., He, Y., Wang, W., Su, G., *et al.* (2023) Plastic Bronchitis Associated with Respiratory Syncytial Virus Infection: A Case Report. *BMC Pediatrics*, **23**, Article No. 517. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04351-0>
- [7] Yamasaki, K., Morimoto, T., Hashimoto, K., Yamaguchi, S., Kawamura, M., Nemoto, K., *et al.* (2023) Plastic Bronchitis Caused by *Haemophilus Influenzae*. *Respirology Case Reports*, **11**, e01248. <https://doi.org/10.1002/rcr2.1248>
- [8] Li, Z., Xu, Y. and Shen, W. (2023) Case Report: Plastic Bronchitis Associated with *Bordetella parapertussis*. *Medicine*, **102**, e34239. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000034239>
- [9] 何丽, 侯小萌, 沈文彬, 等. 淋巴循环障碍与塑型性支气管炎[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(7): 551-553.
- [10] Schumacher, K.R., Singh, T.P., Kuebler, J., Aprile, K., O'Brien, M. and Blume, E.D. (2014) Risk Factors and Outcome of Fontan-Associated Plastic Bronchitis: A Case-Control Study. *Journal of the American Heart Association*, **3**, e000865. <https://doi.org/10.1161/jaha.114.000865>
- [11] Jia, S., Ni, F., Ma, Y., Wu, Y., Ma, W. and Gao, X. (2021) Clinical Analysis of Primary Nephrotic Syndrome Complicated by Plastic Bronchitis in Children. *Klinische Pädiatrie*, **233**, 63-68. <https://doi.org/10.1055/a-1288-3670>
- [12] Maehara, K., Kurokawa, M., Tezuka, J., Lee, S. and Kaku, Y. (2022) Plastic Bronchitis in a Child with Nephrotic Syndrome. *Pediatrics International*, **64**, e15015. <https://doi.org/10.1111/ped.15015>
- [13] Kuperman, T., Wexler, I.D., Shoseyov, D., Weintraub, M., Revel-Vilk, S. and Kerem, E. (2006) Plastic Bronchitis Caused by Neoplastic Infiltrates in a Child. *Pediatric Pulmonology*, **41**, 893-896. <https://doi.org/10.1002/ppul.20370>
- [14] 胡晓光, 张海邻. 儿童塑型性支气管炎的常见病因及致病机制[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(4): 244-247.
- [15] Haddad, R.N., Dautry, R., Bonnet, D. and Malekzadeh-Milani, S. (2023) Transvenous Retrograde Thoracic Duct Embolization for Effective Treatment of Recurrent Plastic Bronchitis after Fontan Palliation. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, **101**, 863-869. <https://doi.org/10.1002/ccd.30611>
- [16] 凌晨, 刘小荣. 儿童特发性肾病综合征: B 细胞紊乱导致的疾病? [J]. 中华肾脏病杂志, 2020, 36(8): 648-651.
- [17] Seear, M., Hui, H., Magee, F., Bohn, D. and Cutz, E. (1997) Bronchial Casts in Children: A Proposed Classification Based on Nine Cases and a Review of the Literature. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **155**, 364-370. <https://doi.org/10.1164/ajrcm.155.1.9001337>
- [18] Brogan, T.V., Finn, L.S., Pyskaty, D.J., Redding, G.J., Ricker, D., Inglis, A., *et al.* (2002) Plastic Bronchitis in Children: A Case Series and Review of the Medical Literature. *Pediatric Pulmonology*, **34**, 482-487. <https://doi.org/10.1002/ppul.10179>
- [19] Madsen, P., Shah, S. and Rubin, B. (2005) Plastic Bronchitis: New Insights and a Classification Scheme. *Paediatric Respiratory Reviews*, **6**, 292-300. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2005.09.001>
- [20] Zhong, H., Yin, R., Zhao, R., Jiang, K., Sun, C. and Dong, X. (2021) Analysis of Clinical Characteristics and Risk Factors of Plastic Bronchitis in Children with *Mycoplasma pneumoniae* Pneumonia. *Frontiers in Pediatrics*, **9**, Article

735093. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.735093>
- [21] Kim, S., Cho, H.J., Han, D.K., Choi, Y.D., Yang, E.S., Cho, Y.K., *et al.* (2012) Recurrent Plastic Bronchitis in a Child with 2009 Influenza a (H1N1) and Influenza B Virus Infection. *Journal of Korean Medical Science*, **27**, 1114-1119. <https://doi.org/10.3346/jkms.2012.27.9.1114>
 - [22] 田曼, 张晓军. 儿童塑型性支气管炎的影像学特征[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(4): 250-252.
 - [23] 张宁, 孙静涛, 李静, 等. 儿童塑型性支气管炎 MRI 应用价值[J]. 中国实验诊断学, 2024, 28(9): 1068-1071.
 - [24] 杨菊萍, 丁春杰, 陈静, 王建峰. 小儿 MPP 并发塑型性支气管炎的临床特点、胸部 CT 影像学特征及相关因素分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2024, 22(2): 61-63.
 - [25] 蔡利红, 李双双, 屈春燕, 等. 儿童肺炎后发生塑型性支气管炎的临床特征性表现及支气管镜诊治价值[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(21): 1638-1642.
 - [26] 国家卫生健康委员会人才交流服务中心儿科呼吸内镜诊疗技术专家组, 中国医师协会儿科医师分会内镜专业委员会, 中国医师协会内镜医师分会儿科呼吸内镜专业委员会, 中国妇幼保健协会微创分会儿科介入呼吸病学组, 中华医学会儿科学分会呼吸学组支气管镜协作组. 中国儿科可弯曲支气管镜术指南(2018 年版) [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(13): 983-989.
 - [27] 王丹丹, 王蕴嫔. CD3⁺、CD4⁺、CD8⁺T 淋巴细胞预测难治性肺炎支原体肺炎患儿塑型性支气管炎的价值及意义[J]. 国际检验医学杂志, 2022, 43(12): 1440-1443.
 - [28] 蔡辰, 胡培培, 陆敏, 等. 肺泡灌洗液中细胞因子及细胞学水平与重症肺炎支原体肺炎的相关性[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(18): 1421-1424.
 - [29] 丁小芳, 钟礼立, 张兵, 等. 儿童塑型性支气管炎 9 例临床特征及病原学分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2014, 16(7): 729-733.
 - [30] 田小银, 张光莉, 王崇杰, 等. 儿童塑型性支气管炎临床特征及复发危险因素分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2023, 25(6): 626-632.
 - [31] 舒玲莉, 钟琳, 丘力, 等. 86 例儿童塑型性支气管炎临床分析[J]. 四川大学学报(医学版), 2021, 52(5): 855-858.
 - [32] Nojima, T., Naito, H., Obara, T., *et al.* (2021) Plastic Bronchitis in a Five-Year-Old Boy Treated Using Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Case Report. *Archives of Academic Emergency Medicine*, **9**, e16. <https://doi.org/10.22037/aaem.v9i1.1014>