

## · 标准 · 方案 · 指南 ·

# 感染后闭塞性细支气管炎早期筛查、干预、诊断和治疗专家共识(2025)

中华医学会儿科学分会呼吸学组

中国医师协会儿科医师分会儿童呼吸专业委员会

中华儿科杂志编辑部

通信作者:赵顺英,国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院呼吸中心临床部二病区,北京 100045, Email: zhaoshunying2001@163.com; 陆权,上海市儿童医院上海交通大学医学院附属儿童医院呼吸科,上海 200062,Email:luquan-sh@vip.sina.com

**【摘要】** 感染后闭塞性细支气管炎(PIBO)见于腺病毒和肺炎支原体(MP)感染后,早期诊断并及时治疗儿童PIBO,可减轻甚至逆转,极大改善预后。在腺病毒和MP等病原体急性感染期识别出发生PIBO的高危人群,针对这些高危人群进行有效干预,可预防PIBO的发生或减轻其严重程度。我国儿童PIBO发生率较高,而对PIBO高危人群早期筛查、早期干预、早期诊断和早期治疗认识不足,针对这些现状,根据国内外研究进展以及专家经验,制订“感染后闭塞性细支气管炎早期筛查、干预、诊断和治疗专家共识(2025)”,旨在预防PIBO的发生及发展。

基金项目:首都卫生发展科研专项(2024-1-2093)

## Consensus on early screening, prevention, diagnosis and treatment of post-infectious bronchiolitis obliterans (2025)

The Subspecialty Group of Respiratory Diseases, the Society of Pediatrics, Chinese Medical Association; the Children's Respiratory Professional Committee, the Society of Pediatrics of Chinese Medical Doctor Association; the Editorial Board, Chinese Journal of Pediatrics

Corresponding author: Zhao Shunying, Department No. 2 of Respiratory Medicine, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China, Email: zhaoshunying2001@163.com; Lu Quan, Department of Pulmonology, Shanghai Children's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200062, China, Email: luquan-sh@vip.sina.com

闭塞性细支气管炎(brochiolitis obliterans, BO)是一组具有不同病因、病程和临床特征的慢性阻塞性肺疾病,感染是儿童BO的常见病因<sup>[1-2]</sup>。我国儿童感染后闭塞性细支气管炎(post infectious brochiolitis obliterans, PIBO)常见于腺病毒和肺炎支原体(*Mycoplasma pneumoniae*, MP)感染后,是细支气管腔内和(或)管壁周围炎症细胞浸润和肉芽

组织形成,导致管腔狭窄或闭塞,引起的慢性气流阻塞性疾病<sup>[3]</sup>。若早期诊断并及时治疗儿童PIBO,可减轻甚至逆转,极大改善预后。我国针对儿童PIBO面临的主要问题是诊断和治疗延迟,导致治疗效果差,促使PIBO成为慢性不可逆性疾病。此外,在腺病毒和MP等病原体急性感染期早期识别出发生PIBO的高危人群,针对这些高危人群进行

DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20250710-00597

收稿日期 2025-07-10 本文编辑 刘瑾

引用本文:中华医学会儿科学分会呼吸学组,中国医师协会儿科医师分会儿童呼吸专业委员会,中华儿科杂志编辑部.感染后闭塞性细支气管炎早期筛查、干预、诊断和治疗专家共识(2025)[J].中华儿科杂志,2025,63(10): 1066-1072. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20250710-00597.



中华医学会杂志社

Chinese Medical Association Publishing House

版权所有  
违者必究

有效干预,或可预防PIBO的发生并减轻其严重程度。然而临床医生对PIBO的高危人群及早期临床特征了解不足,预防干预不充分,鉴于PIBO对儿童、家庭以及社会的危害性,针对上述现状以及国内外的研究进展以及专家经验,中华医学会儿科学分会呼吸学组联合中国医师协会儿科医师分会儿童呼吸专业委员会和中华儿科杂志编辑部,历经1年制订“感染后闭塞性细支气管炎早期筛查、干预、诊断和治疗专家共识(2025)”(简称本共识),旨在提高临床医生对PIBO早期筛查、早期干预、早期诊断和早期治疗等的诊疗实践能力。

### 一、共识制订过程与方法

根据关键词“bronchiolitis obliterans”“BO”“闭塞性细支气管炎”“感染后闭塞性细支气管炎”,检索2000至2025年万方、中国知网、维普中文以及Pubmed数据库中、英文文献符合共识要求的104篇,其中PIBO 50篇,囊括综述、共识、专家观点、论著、病例系列及报道,文献内容涉及病因、发病机制、诊断、治疗和预后、高危因素和早期干预等。在本共识制订过程中,先后组织呼吸、重症医学、影像学专家讨论3次,历时1年,共同修改内容,形成本共识,适用于28日龄至18岁儿童。

### 二、相关术语

1.BO:指多种原因造成细支气管损伤和炎症,导致管腔内和(或)管壁周围炎症细胞浸润和纤维肉芽组织增生,引起管腔狭窄或完全闭塞,呈现出不完全可逆的慢性气流受限性疾病<sup>[1,3]</sup>。多种病因包括移植、感染、结缔组织疾病等。

2.PIBO:由于病原体感染引起的BO<sup>[2]</sup>,发生于感染后,常见病原体为腺病毒和MP。部分患儿发生PIBO的同时,也伴有闭塞性支气管炎,出现支气管管腔闭塞,支气管软化和扩张,可统称为感染后下气道闭塞(postinfectious lower airway obliterans,PILAO)。一些PIBO患儿还可同时伴有机化性肺炎(organizing pneumonia,OP)。

### 三、PIBO早期筛查、早期预防、早期诊断、病情评估以及早期治疗

#### (一)概述

1. 病因:腺病毒、MP、麻疹病毒是引起PIBO的常见病原体,其他如流感病毒、副流感病毒、呼吸道合胞病毒、偏肺病毒、百日咳杆菌、结核分枝杆菌、肺炎衣原体感染、军团菌和新型冠状病毒感染等均有报道<sup>[4-6]</sup>。我国3岁以下儿童发生PIBO的病原体主要是腺病毒<sup>[7]</sup>,以3、5、7、21型感染多见,3岁以

上则主要为MP感染所致。MP和腺病毒混合感染MP、腺病毒和细菌混合感染者,病情常更重,较单一病原体感染更容易引起PIBO<sup>[8]</sup>。

2. 发病机制:发病机制尚未完全阐明,因病原体直接损伤及过度免疫炎症反应等共同导致细支气管炎症持续存在,消退延迟,导致上皮细胞损伤和异常修复,管腔和管壁周围中性粒细胞、巨噬细胞和淋巴细胞-浆细胞浸润,释放多种炎症介质和生长因子,最后成纤维细胞和肌纤维细胞活化,分泌胶原纤维以及细胞外基质沉积,形成肉芽组织和痕组织,引起管腔狭窄与扭曲,甚至完全闭塞<sup>[9-10]</sup>。其他因素可能在PIBO的发生中发挥一定作用,如胃食管反流可诱发或加重BO发生、遗传因素(如甘露糖结合凝集素)可能是PIBO发生的宿主易感因素<sup>[11]</sup>。有报道PIBO患者甘露糖结合凝集素联合基因型O/O和XA/O高于对照组,致甘露糖结合凝集素功能不足,可引起严重的病毒性呼吸道感染<sup>[12]</sup>,导致PIBO发生。研究发现一些PIBO患儿携带原发性纤毛功能障碍基因变异<sup>[13-14]</sup>。

3. 病理表现:1993年Myers和Colby<sup>[15]</sup>提出缩窄性细支气管炎、增殖性细支气管炎2种BO经典病理分型。缩窄性细支气管炎特点为纤维组织增生及炎症细胞浸润造成细支气管周围纤维化,导致细支气管收缩,引起管腔狭窄或完全闭塞;增殖性细支气管炎是纤维组织增生及炎症细胞浸润形成管腔内肉芽组织(息肉),导致管腔部分狭窄或完全堵塞,细支气管可出现扭曲和扩张,过度分泌的黏液与脱落上皮细胞、炎性细胞、释放的DNA酶、纤维组织等形成炎性渗出物堵塞管腔。PIBO可同时出现上述2种病理类型,也可同时合并闭塞性支气管炎表现,出现支气管管腔闭塞,支气管软化或支气管扩张等<sup>[2]</sup>,细支气管腔内的肉芽组织也可同时延伸至肺泡,合并OP表现<sup>[16-19]</sup>。

4. 临床表现:PIBO起病多见于婴幼儿,但MP感染后可见于3岁以上患儿。主要症状为呼吸增快(气促),运动耐力下降(运动不耐受)、喘息以及呼吸困难<sup>[20-22]</sup>,发生于平静或者运动后。查体可见气促和胸壁吸气性凹陷,肺部可有局限性或广泛呼吸引音减低,呼气相哮鸣音和湿性啰音(爆裂音),轻者肺部可无异常体征。

5. 影像学表现:(1)胸部X线片可无明显异常,也可出现肺不张、支气管扩张以及透明肺等表现,透明肺有助于诊断。(2)肺部CT是重要诊断依据,CT的异常表现包括马赛克征、细支气管壁或支气



管壁增厚和扩张、气体滞留征、肺气肿、肺不张以及透明肺,其中气体滞留征对诊断更有特异性<sup>[21-26]</sup>。

PIBO 合并 OP 者,可见边界清楚、密度较高的肺实变,其内可有局限性支气管扩张。呼气相肺部 CT 检查时的气体滞留征是诊断的重要征象,但是低龄儿童难以配合完成吸呼气双相扫描,自由呼吸状态下 CT 对于绝大多数患儿也能够提供影像诊断,如临床高度怀疑但影像诊断困难病例可尝试体位改变进行动态扫描。原则上不推荐常规增强 CT 检查。

6. 肺功能表现:肺功能检查不仅有助于诊断,也可判断病情严重程度和治疗反应。肺通气功能检查表现为不同程度的小气道指标(用力呼出 25%、50%、75% 肺活量时的瞬间流量以及最大呼气中期流速)下降,中重度患儿大气道阻塞性指标(第 1 秒用力呼气容积占预计值百分比、第 1 秒用力呼气容积/用力肺活量、最大呼气流速占预计值百分比)也降低<sup>[27-28]</sup>。支气管舒张试验阴性。当存在气体滞留和过度充气时,出现肺顺应性减低、残余容积增加,功能残气容量增加,功能残气量增加,总肺容量常正常。重症病例可出现弥散功能异常。婴幼儿潮气肺功能特点为反映小气道阻塞的指标(时间达到峰值流速与总呼气时间比值以及达到峰值流速时的呼气容积与总呼气容积比值)下降,肺容积指标一般在正常范围内。

7. 支气管镜下表现:合并闭塞性支气管炎者,支气管镜下可见支气管管腔狭窄、闭塞、局部扭曲变形,也可有支气管扩张以及软化。

## (二) 高危人群早期筛查

结合国内外文献以及临床观察<sup>[8, 29-37]</sup>,在腺病毒、MP 以及其他可引起 BO 的病原体急性感染期,出现下列任何 1 项者,应视为容易发生 PIBO 的高危人群:(1)临床表现:高热持续 5 d 及以上并出现喘息、气促或呼吸困难,查体存在胸壁吸气性凹陷,肺部广泛湿性啰音和哮鸣音,经皮氧饱和度低于 0.94,经积极治疗 24 h,上述表现改善不明显或需要机械通气者。(2)影像学表现:双肺或单肺弥漫细支气管炎表现,伴或不伴肺实变和(或)不张(黏液栓塞)、支气管炎者。

## (三) 早期预防

在急性感染期,对于易发生 PIBO 高危人群,建议应用以下措施,有助于预防 PIBO 的发生或减轻严重程度。

### 1. 抗感染治疗:控制感染非常重要,根据病原

体种类,应用特效抗病毒、有效抗 MP 以及抗细菌等药物。

2. 糖皮质激素:PIBO 的发生与细支气管存在过度炎症有关,而炎症是多种炎症细胞以及上皮细胞等释放多种细胞因子、趋化因子、生长因子等引起的瀑布效应导致。糖皮质激素作为广泛的多靶点抗炎药物,可抑制炎症网络并促进其消退,阻止细支气管损伤,抑制成纤维细胞活化,可能是预防 PIBO 发生的关键治疗。对于容易发生 PIBO 的高危人群,在急性感染病程 5~7 d 的最佳窗口期,建议甲泼尼龙 4~6 mg/(kg·d),个别病情危重需要机械通气者,可尝试 10~20 mg/(kg·d) 冲击治疗,疗程 1~3 d,若喘息、呼吸困难、低氧血症纠正可减量至 2 mg/(kg·d),之后逐渐减量,糖皮质激素总疗程多为 2~3 周。期间观察若出现 PIBO 表现,应及时按照 PIBO 治疗;若未出现 PIBO 表现,随访至 3 个月左右。激素使用期间应注意血压、血糖、水电解质平衡和继发细菌、真菌、结核感染等可能的不良反应,及时处理。

3. 静脉注射免疫球蛋白:临床观察免疫球蛋白对于控制腺病毒以及其他病毒等引起的重症感染有一定作用,有助于预防 PIBO 的发生,常用剂量 1 g/(kg·d),连用 1~2 d。

4. 支气管镜治疗:(1)影像学提示合并黏液堵塞者;(2)应用规范治疗后,体温、喘息、呼吸困难无明显缓解或呼吸困难突然加重,考虑气道炎性分泌物堵塞者,应进行支气管镜介入治疗。

## (四) 早期诊断

1. 早期发现和诊断:PIBO 的发生与病原体急性感染呈连续性过程,可早在急性感染后 2~3 周出现<sup>[3]</sup>。对于 PIBO 的高危人群,在急性感染控制后(体温正常 1 周以上,咳嗽明显减轻或消失,炎症指标正常),仍存在喘息,气促或呼吸困难,肺部呼吸音减低,哮鸣音和湿性啰音或喘息好转后再现,应考虑 PIBO 的可能,及时进行肺部 CT 检查,若 CT 出现马赛克征、空气滞留征、细支气管和(或)支气管壁增厚和支气管扩张,除哮喘等疾病,可诊断 PIBO。有条件进行肺功能检查时,可先在 CT 检查前行肺功能检查,若提示小气道功能指标异常,支持 PIBO 诊断,再进行 CT 检查明确。对于 PIBO 的高危人群,即使在住院期间未出现 PIBO 表现,出院时也应告知家长密切观察有无相关的症状,定期随访肺部表现和肺功能至出院后 3 个月,一旦出现 PIBO 表现,应及时进行肺部 CT 检查确定。



2. 鉴别诊断:(1)PIBO 常并存哮喘<sup>[10]</sup>。除非重症急性发作,哮喘患儿的喘息一般呈非持续性,而 PIBO 的喘息呈持续性。重症哮喘在急性发作期可存在马赛克征,但控制后马赛克征消失。此外,哮喘引起的喘息对快速支气管舒张剂反应好,短期糖皮质激素治疗一般能控制。(2)间质性肺疾病可有气促,但喘息一般不明显,多无严重的前驱感染史,除马赛克征外,一般无支气管扩张和支气管壁增厚表现。(3)黏液清除障碍性疾病包括囊性纤维化、原发性纤毛运动功能障碍等,这类疾病早期影像学可有气体潴留征,但缺乏重度感染前驱病史以及典型的肺功能改变。

#### (五) 病情评估

病情严重程度判断是制订治疗方案、判断预后的重要依据,一旦诊断 PIBO 后,应及时评估严重程度(表 1)。

PIBO 早期筛查、早期预防、早期诊断和治疗流程图见图 1。

#### (六) 早期治疗

目的是尽快抑制炎症反应和气道损伤,减少纤维化发生和进展,促进上皮细胞修复。

1. 糖皮质激素:文献以及临床实践发现在疾病早期及时应用糖皮质激素治疗<sup>[3, 38-42]</sup>,可减轻甚至逆转,目前糖皮质激素是治疗 PIBO 的最关键药物,但中晚期(急性感染后病程超过 3 个月)效果欠佳,尤其是晚期,多数无明显效果。对所有应用糖皮质激素患儿,均应密切观察不良反应。(1)轻度患儿可根据病情,一般吸入糖皮质激素即可,疗程 3 个月后若临床稳定,肺功能改善不明显,可停用。吸入糖皮质激素根据年龄可选用丙酸氟替卡松、布地奈德以及丙酸倍氯米松等,6 岁以上也可选用吸入干粉如吸入性皮质激素+长效  $\beta_2$  受体激动剂。(2)中

度患儿可口服泼尼松或口服或静脉点滴甲泼尼龙,初始 1~2 mg/(kg·d),症状好转后逐渐减量,若临床表现和肺功能在激素治疗 1 个月后,无明显好转,应及时停用;若治疗 1 个月后临床表现好转或者肺功能好转,可继续口服,疗程 2~3 个月,可继续吸入治疗(药物同前),总疗程可在 6~12 个月,个别患儿可更长。总体停药指征为临床表现和肺功能在 3 个月内保持稳定,不再随治疗变化。(3)重度患儿需静脉点滴甲泼尼龙,根据病情,剂量为 2~10 mg/(kg·d),3~7 d 症状好转后改口服,逐渐减量,若临床表现和肺功能在口服激素治疗 2~3 个月时无变化,应及时停用,若好转,继续使用疗程 3 个月以上,之后可继续吸入治疗(药物同前),总疗程可在 12 个月以上,一些患儿疗程更长。有需要家庭无创通气治疗或不能离氧的重度患儿,反复住院或住院时间较长,需要长期口服激素者,可试用甲泼尼龙 20~30 mg/(kg·d),最大量 1 g,连用 3 d,静脉冲击治疗,每个月 1 次<sup>[38-40]</sup>。如 2~3 个月无效,应停止应用。若有效,可连续应用 6 个月以上。停药指征同中度 PIBO 患儿。

2. 静脉注射免疫球蛋白:国外文献和临床发现<sup>[43]</sup>,免疫球蛋白治疗可减少因反复感染导致的 PIBO 急性加重和住院频率,治疗后患儿对离氧耐受改善,影像学好转。对于反复呼吸道感染加重 PIBO,或存在可疑对免疫球蛋白治疗有效的免疫缺陷病合并 PIBO,可考虑应用 400~600 mg/(kg·次),3~4 周 1 次。

3. 大环内酯类抗生素:可用于 PIBO 治疗,依据来自肝移植、造血干细胞移植等移植后 BO 综合征<sup>[44-45]</sup>,国内外有使用阿奇霉素治疗 PIBO 的文献,剂量 5~10 mg/(kg·次),每周 3 次<sup>[41, 46-48]</sup>。大环内酯类药物选择限于 14 元环或 15 元环,剂量、用法、疗

表 1 PIBO 病情严重程度评估

评估项目	轻度	中度	重度
症状	剧烈或长时间跑跳后出现喘息或气促	日常体力活动后出现喘息或气促	平静时有气促或喘息
体征	肺部查体可无异常	局限性固定湿性啰音和(或)哮鸣音,呼吸音可减低	平静时出现吸气性凹陷,肺部固定湿性啰音和(或)哮鸣音,局部呼吸音可消失
影像学	马赛克征为主,可伴局限性支气管壁增厚	双肺存在多区域(3/5)气体潴留征伴柱状支气管扩张	双肺广泛气体潴留征伴支气管扩张;双肺弥漫性肺气肿;双肺中心性囊柱状或囊状支气管扩张,可伴有 BOOP 表现
肺功能 <sup>a</sup>	FEV <sub>1</sub> %>80% 40%≤FEF <sub>25-75</sub> %≤60%	60%≤FEV <sub>1</sub> %<80% 20%≤FEF <sub>25-75</sub> %<40%	FEV <sub>1</sub> %<60% FEF <sub>25-75</sub> %<20%
经皮氧饱和度	剧烈活动后吸入室内空气时无下降	剧烈运动时下降,不低于 0.94	静息状态下经皮氧饱和度低于 0.98,剧烈活动低于 0.94

注:PIBO 为感染后闭塞性细支气管炎;FEV<sub>1</sub> 为第 1 秒用力呼气容积;FEF<sub>25-75</sub> 为用力呼出 25%~75% 肺活量时的瞬间流量;BOOP 为闭塞性细支气管炎-机化性肺炎;轻度为出现上述所有表现,中重度为出现上述任何一项;<sup>a</sup>5 岁以下肺功能的异常分度尚无推荐



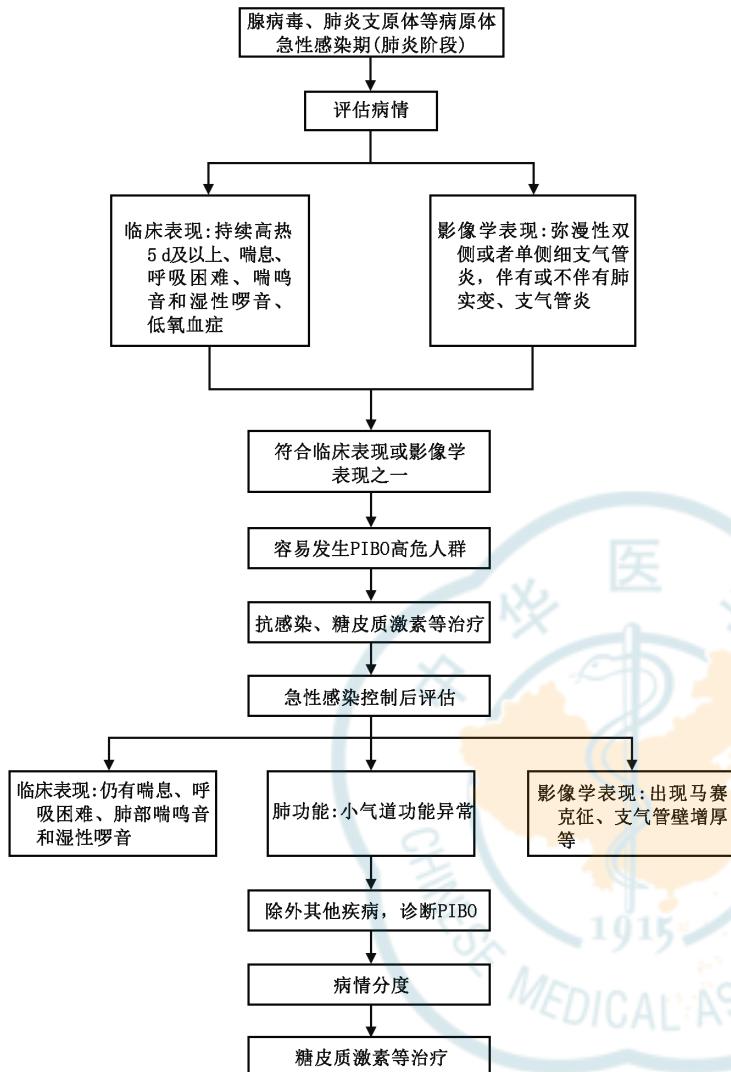


图 1 PIBO 早期筛查、早期预防、早期诊断和治疗流程图

程以及疗效需要进一步研究。

4. 白三烯受体拮抗剂:用于PIBO治疗也是从移植后BO综合征扩展而来<sup>[49]</sup>,国内外有使用孟鲁司特治疗PIBO<sup>[47-48]</sup>。对于合并哮喘、鼻炎或与糖皮质激素等联合治疗,可能具有一定效果。

5. 支气管舒张剂:可减轻气道阻塞症状,用于中重度患儿,与吸入糖皮质激素联合使用<sup>[50-51]</sup>。重度年长患儿尤其是PILAO者,若平静时存在气促,活动明显受限,可试用三联药物(糖皮质激素+长效β2受体激动剂+长效抗胆碱能药物)观察疗效。

6. 抗纤维化药物:抗纤维化药物包括吡非尼酮和尼达尼布,对PIBO的疗效尚未确定,这些药物具有抗纤维化和抗炎症效应,早期使用对于PIBO可能有益,但PIBO不同于进展性肺纤维化过程,呈非进展性,一旦病程超过3个月,多进入完全纤维化

阶段,理论上疗效不佳。

7. 氧疗:重度患儿经皮氧饱和度在0.94以下,可进行家庭氧疗,包括鼻导管吸氧、面罩吸氧等,维持氧饱和度在0.94以上,合并支气管软化和扩张的重度患儿,平静时呼吸费力,有低氧血症和胸骨上窝凹陷者,可应用家用无创持续正压辅助通气。

8. 支气管镜介入治疗:对于PILAO合并闭塞性支气管炎者,根据支气管镜下改变,可使用球囊扩张、激光等方法打通闭塞的支气管管腔,但对PIBO无效,另外多数患儿支气管管腔可再狭窄。对于支气管管腔完全闭塞,管腔扭曲变形或PIBO表现较闭塞性支气管炎更加严重(PIBO对呼吸困难和低氧血症影响更大)或影像学提示血管衰减征明显者,疗效不佳,并且有气胸危险,不建议进行。应根据患儿呼吸困难情况、PIBO对疾病的影响程度、支气管镜下改变、患儿既往情况、是否有家族瘢痕体质史等综合决定,但总体疗效不佳,容易再狭窄,且对PIBO无改善作用。

9. 干细胞治疗:间充质干细胞或其他干细胞治疗的效果目前尚不明确。

#### 四、不足和展望

有关PIBO的预防以及治疗,国内尚缺乏大规模前瞻性随机对照研究,在实施过程中,应结合诊治经验,进行个体化判断和治疗。期望通过本共识,加强对PIBO的循证研究,更好指导未来的临床实践,力争早期筛查、早期干预、早期诊断和早期治疗,造福于PIBO患儿。

(赵顺英 陆权 刘恩梅 刘瀚旻

陈志敏 赵成松 执笔)

参与本共识学术指导专家:广州医科大学附属第一医院 广州呼吸健康研究院(钟南山)

参与本共识制订的专家名单(按单位和姓名拼音排序):北京大学第三医院(孙永昌);重庆医科大学附属儿童医院(邓昱、刘恩梅、罗征秀);复旦大学附属儿科医院(张晓波);广州市妇女儿童医疗中心(卢根);广州医科大学附属第一医院 广州呼吸健康研究院(叶枫);华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院(陆小霞);南京医科大学附属儿童医院(赵德育);上海交通大学医学院附属第一人民医院(洪建国);上海交通大学医学院附属儿童医院(董艳艳、陆权);上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心(殷勇);首都医科大学附属北京儿童医院(彭芸、钱素云、王荃、



杨海明、赵成松、赵顺英);首都医科大学附属首都儿童医学中心(陈慧中);四川大学华西第二医院(陈莉娜、刘瀚曼);天津市儿童医院(天津大学儿童医院)(邹映雪);温州医科大学附属育英儿童医院(张海邻);浙江大学医学院附属儿童医院(陈志敏);中国医科大学附属盛京医院(许巍)

**共识秘书组(按姓名拼音排序):**首都医科大学附属北京儿童医院(刘业卿、徐玮涵)

**参与本共识外审的专家名单(按单位和姓名拼音排序):**重庆医科大学附属儿童医院(谢晓虹);大连市儿童医院(迟磊);广州医科大学第一附属医院(陈德晖);河北省儿童医院(刘建华);河南省儿童医院(汤昱);湖南省儿童医院(陈艳萍);湖南省人民医院(钟礼立);吉林大学第一医院(孟繁峥、乔红梅);山东大学齐鲁医院(乔娜娜);山东第一医科大学附属省立医院(陈星);山西省儿童医院(韩志英);胜利油田中心医院(刘兰);西安市儿童医院(孙欣荣、潘建丽);郑州大学第三附属医院(史瑞鹤);中国医科大学附属盛京医院(陈宁)

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Barker AF, Bergeron A, Rom WN, et al. Obliterative bronchiolitis[J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(19): 1820-1828. DOI: 10.1056/NEJMra1204664.
- [2] Teper A, Colom AJ, Schubert R, et al. Update in postinfectious bronchiolitis obliterans[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2024, 59(9): 2338-2348. DOI: 10.1002/ppul.26570.
- [3] Mauad T, Dolhnikoff M, São Paulo Bronchiolitis Obliterans Study Group, et al. Histology of childhood bronchiolitis obliterans[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2002, 33(6): 466-474. DOI: 10.1002/ppul.10097.
- [4] Nathan AM, Teh C, Eg KP, et al. Respiratory sequelae and quality of life in children one-year after being admitted with a lower respiratory tract infection: a prospective cohort study from a developing country[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(2): 407-417. DOI: 10.1002/ppul.24598.
- [5] Kim CK, Kim SW, Kim JS, et al. Bronchiolitis obliterans in the 1990s in Korea and the United States[J]. *Chest*, 2001, 120(4):1101-1106. DOI: 10.1378/chest.120.4.1101.
- [6] Martín-de Vicente C, Giménez-Molina V, Fernández-Atuan R, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans in children after the end of the COVID-19 pandemic[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2025, 60(1): e27319. DOI: 10.1002/ppul.27319.
- [7] Wen S, Xu M, Jin W, et al. Risk factors and prediction models for bronchiolitis obliterans after severe adenoviral pneumonia[J]. *Eur J Pediatr*, 2024, 183(3): 1315-1323. DOI: 10.1007/s00431-023-05379-1.
- [8] Xu W, Wen X, Yang H, et al. Clinical features and risk factors for development of post-infectious bronchiolitis obliterans in children[J]. *BMC Pediatr*, 2024, 24(1): 759. DOI: 10.1186/s12887-024-05227-7.
- [9] Jerkic SP, Brinkmann F, Calder A, et al. Postinfectious bronchiolitis obliterans in children: diagnostic workup and therapeutic options: a workshop report[J]. *Can Respir J*, 2020, 2020:5852827. DOI: 10.1155/2020/5852827.
- [10] Xu W, Yang H, Liu H, et al. Bronchoalveolar lavage T cell cytokine profiles and their association with lung function in children with *Mycoplasma pneumoniae*-associated bronchiolitis obliterans[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(8): 2033-2040. DOI: 10.1002/ppul.24882.
- [11] Griffiths TL, Nassar M, Soubani AO. Pulmonary manifestations of gastroesophageal reflux disease[J]. *Expert Rev Respir Med*, 2020, 14(8): 767-775. DOI: 10.1080/17476348.2020.1758068.
- [12] Giubergia V, Salim M, Fraga J, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans and mannose-binding lectin insufficiency in Argentinean children[J]. *Respirology*, 2015, 20(6):982-986. DOI: 10.1111/resp.12547.
- [13] Guan Y, Zhang X, Tang X, et al. DNAH9 variants in children with post-infectious bronchiolitis/bronchitis obliterans [J]. *Orphanet J Rare Dis*, 2025, 20(1):111. DOI: 10.1186/s13023-025-03616-4.
- [14] Guan Y, Yang H, Yao X, et al. Clinical and genetic spectrum of children with primary ciliary dyskinesia in China[J]. *Chest*, 2021, 159(5): 1768-1781. DOI: 10.1016/j.chest.2021.02.006.
- [15] Myers JL, Colby TV. Pathologic manifestations of bronchiolitis, constrictive bronchiolitis, cryptogenic organizing pneumonia, and diffuse panbronchiolitis[J]. *Clin Chest Med*, 1993, 14(4):611-622.
- [16] Hardy KA, Schidlow DV, Zaeri N. Obliterative bronchiolitis in children[J]. *Chest*, 1988, 93(3):460-466. DOI: 10.1378/chest.93.3.460.
- [17] Tanaka H. Correlation between radiological and pathological findings in patients with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. *Front Microbiol*, 2016, 7:695. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00695.
- [18] Rollins S, Colby T, Clayton F. Open lung biopsy in *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. *Arch Pathol Lab Med*, 1986, 110(1):34-41.
- [19] Izumikawa K, Izumikawa K, Takazono T, et al. Clinical features, risk factors and treatment of fulminant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia: a review of the Japanese literature[J]. *J Infect Chemother*, 2014, 20(3): 181-185. DOI: 10.1016/j.jiac.2013.09.009.
- [20] 王维,申昆玲,曾津津.儿童闭塞性细支气管炎 42 例临床分析[J].中华儿科杂志, 2008, 46(10): 732-738. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2008.10.104.
- [21] Li YN, Liu L, Qiao HM, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans in children: a review of 42 cases[J]. *BMC Pediatr*, 2014, 14:238. DOI: 10.1186/1471-2431-14-238.
- [22] Yalçın E, Doğru D, Haliloglu M, et al. Postinfectious bronchiolitis obliterans in children: clinical and radiological profile and prognostic factors[J]. *Respiration*, 2003, 70(4):371-375. DOI: 10.1159/000072900.
- [23] Colom AJ, Teper AM. Post-infectious bronchiolitis obliterans[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2019, 54(2): 212-219. DOI: 10.1002/ppul.24221.
- [24] Gie A, Le Roux C, van der Zalm MM, et al. Contribution of post-infectious bronchiolitis obliterans to non-cystic fibrosis bronchiectasis in children[J]. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2025, 29(4):153-158. DOI: 10.5588/ijtld.24.0544.
- [25] Mattiello R, Sarria EE, Mallol J, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans: can CT scan findings at early age anticipate lung function? [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2010, 45(4):315-319. DOI: 10.1002/ppul.21115.



- [26] Yazan H, Khalif F, Shadfaan LA, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans in children: clinical and radiological evaluation and long-term results[J]. Heart Lung, 2021, 50(5): 660-666. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2021.05.001.
- [27] Lee E, Park S, Yang HJ. Pulmonary function in post-infectious bronchiolitis obliterans in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Pathogens, 2022, 11(12):1538. DOI: 10.3390/pathogens11121538.
- [28] Colom AJ, Maffey A, Garcia Bournissen F, et al. Pulmonary function of a paediatric cohort of patients with postinfectious bronchiolitis obliterans. A long term follow-up[J]. Thorax, 2015, 70(2):169-174. DOI: 10.1136/thoraxjn1-2014-205328.
- [29] 温潇慧, 杨海明, 张晓艳, 等. 肺炎支原体性细支气管炎患儿遗留闭塞性细支气管炎的预测因素[J]. 中华儿科杂志, 2025, 63(7): 772-777. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20250228-00158.
- [30] Colom AJ, Teper AM, Vollmer WM, et al. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with bronchiolitis[J]. Thorax, 2006, 61(6): 503-506. DOI: 10.1136/thx.2005.044909.
- [31] Murtagh P, Giubergia V, Viale D, et al. Lower respiratory infections by adenovirus in children. Clinical features and risk factors for bronchiolitis obliterans and mortality[J]. Pediatr Pulmonol, 2009, 44(5): 450-456. DOI: 10.1002/ppul.20984.
- [32] Gordon O, Mohamad H, Guzner N, et al. Risk factors for developing adenovirus-associated post-infectious bronchiolitis obliterans[J]. Pediatr Pulmonol, 2025, 60(1): e27411. DOI: 10.1002/ppul.27411.
- [33] Liu D, Liu J, Zhang L, et al. Risk factors for post-infectious bronchiolitis obliterans in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 881908. DOI: 10.3389/fped.2022.881908.
- [34] Lee E, Park S, Kim K, et al. Risk factors for the development of post-infectious bronchiolitis obliterans in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Pathogens, 2022, 11(11): 1268. DOI: 10.3390/pathogens1111268.
- [35] Yu X, Ma Y, Gao Y, et al. Epidemiology of adenovirus pneumonia and risk factors for bronchiolitis obliterans in children during an outbreak in Jilin, China[J]. Front Pediatr, 2021, 9:722885. DOI: 10.3389/fped.2021.722885.
- [36] Zhao C, Liu J, Yang H, et al. Mycoplasma pneumoniae-associated bronchiolitis obliterans following acute bronchiolitis[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 8478. DOI: 10.1038/s41598-017-08861-7.
- [37] Wen X, Liu J, Li H, et al. Clinicoradiologic features of Mycoplasma pneumoniae bronchiolitis in children[J]. Pediatr Investig, 2018, 2(4): 248-252. DOI: 10.1002/ped4.12108.
- [38] Tanou K, Xaidara A, Kaditis AG. Efficacy of pulse methylprednisolone in a pediatric case of postinfectious bronchiolitis obliterans[J]. Pediatr Pulmonol, 2015, 50(5): E13-16. DOI: 10.1002/ppul.23157.
- [39] Yoon HM, Lee JS, Hwang JY, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans in children: CT features that predict responsiveness to pulse methylprednisolone[J]. Br J Radiol, 2015, 88(1049): 20140478. DOI: 10.1259/bjradol.20140478.
- [40] Tomikawa SO, Rodrigues JC, Nakae C, et al. Methylprednisolone intravenous pulse therapy for pediatric patients with post-infectious bronchiolitis obliterans: an update[J]. J Bras Pneumol, 2024, 50(2): e20230373. DOI: 10.36416/1806-3756/e20230373.
- [41] Traunero A, Ghirardo S, Aldeco M, et al. Outbreak of post-infectious bronchiolitis obliterans (PIBO) after adenovirus infection: a case series and review of the literature[J]. Pediatr Pulmonol, 2025, 60(4):e71080. DOI: 10.1002/ppul.71080.
- [42] Zheng H, Yu X, Chen Y, et al. Effects of inhaled corticosteroids on lung function in children with post-infectious bronchiolitis obliterans in remission[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 827508. DOI: 10.3389/fped.2022.827508.
- [43] Yilmaz Al, Güly Kapaklı H, et al. Successful treatment of postinfectious bronchiolitis obliterans with gamma globulin in a tertiary center: 10 years of experience[J]. Pediatr Pulmonol, 2023, 58(10): 2769-2776. DOI: 10.1002/ppul.26577.
- [44] Glanville AR, Benden C, Bergeron A, et al. Bronchiolitis obliterans syndrome after lung or haematopoietic stem cell transplantation: current management and future directions[J]. ERJ Open Res, 2022, 8(3): 00185-02022 [pii]. DOI: 10.1183/23120541.00185-2022.
- [45] Hao X, Peng C, Lian W, et al. Effect of azithromycin on bronchiolitis obliterans syndrome in posttransplant recipients: a systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(28): e29160. DOI: 10.1097/MD.00000000000029160.
- [46] Wang X, Liu C, Wang M, et al. Clinical features of post-infectious bronchiolitis obliterans in children undergoing long-term azithromycin treatment[J]. Exp Ther Med, 2015, 9(6): 2379-2383. DOI: 10.3892/etm.2015.2418.
- [47] Chen X, Shu JH, Huang Y, et al. Therapeutic effect of budesonide, montelukast and azithromycin on post-infectious bronchiolitis obliterans in children[J]. Exp Ther Med, 2020, 20(3): 2649-2656. DOI: 10.3892/etm.2020.8983.
- [48] Weng T, Lin X, Wang L, et al. Follow-up on the therapeutic effects of a budesonide, azithromycin, montelukast, and acetylcysteine (BAMA) regimen in children with post-infectious bronchiolitis obliterans[J]. J Thorac Dis, 2021, 13(8):4775-4784. DOI: 10.21037/jtd-20-3195.
- [49] Ruttens D, Verleden SE, Demeyer H, et al. Montelukast for bronchiolitis obliterans syndrome after lung transplantation: a randomized controlled trial[J]. PLoS One, 2018, 13(4): e0193564. DOI: 10.1371/journal.pone.0193564.
- [50] Teixeira M, Rodrigues JC, Leone C, et al. Acute bronchodilator responsiveness to tiotropium in postinfectious bronchiolitis obliterans in children[J]. Chest, 2013, 144(3): 974-980. DOI: 10.1378/chest.12-2280.
- [51] Mattiello R, Vidal PC, Sarria EE, et al. Evaluating bronchodilator response in pediatric patients with post-infectious bronchiolitis obliterans: use of different criteria for identifying airway reversibility[J]. J Bras Pneumol, 2016, 42(3): 174-178. DOI: 10.1590/S1806-37562015000000065.

