

重点选题“儿童呼吸介入治疗”·专题专栏

呼吸介入技术在儿童先天性肺部疾病诊治中的应用研究进展

杨 晔* 鲁 煜

(西安市儿童医院胸外科,陕西省西安市 710000)



杨晔,博士,主任医师,研究生导师,现担任西安市儿童医院胸外科主任、中国胸壁外科联盟副主席、陕西省及西安市胸外科专业医疗质量控制中心委员、陕西省医学会普胸外科分会委员、陕西省保健学会胸壁外科专业委员会常务委员、陕西省医师协会小儿外科分会委员、中国血管瘤血管畸形联盟常务理事、中国妇儿介入联盟常务理事、中国微循环协会血管瘤与脉管畸形常务委员等。从事胸外科专业临床、教研工作20余年,擅长儿科胸部疾病的诊治,以及呼吸系统疾病及血管的介入治疗等。开展复杂的高难度及微创手术,能够独立完成腔镜下肺叶及肺段切除术、全肺切除术、肺叶袖式切除术、气管肿瘤切除术、纵隔肿瘤切除术、食管癌根治术、贲门癌根治术、气管隆凸重建术,以及先天性食管闭锁的消化道重建术、先天性食管气管瘘及先天性膈疝的手术治疗等。主持并带领团队开展多项新技术及业务,填补省内乃至西北地区专业的空白,包括气管镜下钬激光+黏膜注药术综合治疗气管食管瘘、气管镜下手绘导航自体血栓塞封堵术治疗儿童支气管胸膜瘘、经内镜下儿童先天性肺气肿消融治疗、可弯曲支气管镜下经气管壁穿刺硬化治疗纵隔囊肿等。近2年承担陕西省自然科学基金基础研究计划课题——磁锚定及磁吸引技术在漏斗胸动物实验模型中的应用。

【摘要】 先天性肺部疾病是指在胚胎发育过程中支气管和肺、肺血管等解剖结构发生畸形所引起的疾病。先天性肺部疾病属于少见肺部疾病,但可影响患儿生长发育,甚至危及生命,是儿童呼吸系统疾病的重要诊治内容。近年来,随着现代介入呼吸病学的逐渐发展,呼吸介入技术发展迅速,已涵盖了经气道、经胸腔及经肺血管等路径的介入技术。随着这些新型呼吸介入技术在儿科中的应用逐渐增多,此类患儿获得及时有效的诊治,预后有所改善。本文主要介绍呼吸介入技术在儿童先天性肺部疾病诊治中的应用研究进展。

【关键词】 先天性肺部疾病;呼吸介入技术;诊断;治疗;儿童;综述

【中图分类号】 R 725.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 0253-4304(2024)08-1146-06

DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2024.08.04

Application of respiratory interventional technique for the diagnosis and treatment of congenital lung anomalies in children: a research progress

YANG Ye, LU Yu

(Department of Thoracic Surgery, Xi'an Children's Hospital, Xi'an 710000, Shaanxi, China)

【Abstract】 Congenital lung anomalies are diseases caused by deformities of anatomical structures such as bronchi, lung and pulmonary vessels during embryonic development. Congenital lung anomalies are a rare pulmonary disease, but it can affect the growth and development of children, and even threaten life. It is an important part of the diagnosis and treatment of children's respiratory diseases. In recent years, with the gradual development of modern interventional pulmonology, respiratory interventional techniques have developed rapidly, covering the approaches *via* airway, thoracic and transpulmonary vascular interventional techniques, etc. With the increasing application of these new respiratory interventional techniques to the Department of Pediatrics, such children can be diagnosed and treated timely and effectively, and the prognosis is ameliorated. This paper mainly introduces the research progress on respiratory interventional techniques for the diagnosis and treatment of congenital lung anomalies in children.

【Key words】 Congenital lung anomalies, Respiratory interventional techniques, Diagnosis, Treatment, Children, Review

*杨晔为本文第一作者及通信作者。

先天性肺部疾病 (congenital lung anomalies, CLA) 又称先天性肺发育畸形, 是指在胚胎发育过程中支气管树、肺实质、肺动脉和肺静脉等肺部结构异常而导致的一组先天性缺陷性疾病^[1]。CLA 属于少见肺部疾病, 既往国外研究表明, CLA 占有先天性疾病的 5.0%~18.7%, 每年 CLA 的发病率为 30/100 000~42/100 000^[2-4], 而近年来 CLA 的发病率有所上升, 在活产儿中的发病率约为 4/1000^[5]。但目前国内尚无该病的流行病学调查资料。CLA 患者多因呼吸道感染就诊, 因此容易被误诊、漏诊。随着临床医学新技术的发展, CLA 的诊断水平不断提高。近年来, 儿科呼吸介入技术发展迅速, 经气道、经胸腔及经肺血管等路径的介入技术在 CLA 诊治中发挥重要作用。本文对呼吸介入技术在儿童 CLA 中的应用研究进展进行综述。

1 儿童 CLA 的分类

儿童 CLA 可从支气管异常、肺实质异常、肺血管异常、支气管肺异常合并肺血管异常、肺淋巴管异常等方面进行分类^[6]。(1) 支气管异常: 包括先天性肺发育异常、先天性支气管闭锁、先天性支气管源性肺囊肿、巨气管支气管症、先天性气管性支气管、先天性副心支气管、支气管桥、气管憩室、先天性支气管食管瘘、先天性气管或支气管狭窄、先天性气管支气管软化等。(2) 肺实质异常: 包括先天性大叶性肺气肿、先天性肺囊性腺瘤样畸形、先天性前肠重复囊肿等。(3) 肺血管异常: 包括肺动脉异常 (如肺动脉发育不良、单侧肺动脉缺如、左肺动脉起源异常)、肺静脉异常 (如先天性肺静脉狭窄、肺静脉引流异常等) 和肺动静脉畸形。(4) 支气管肺异常合并肺血管异常: 包括先天性肺隔离症、弯刀综合征等。(5) 肺淋巴管异常: 包括肺淋巴管瘤、弥漫性肺淋巴管瘤病、先天性肺淋巴管扩张症等。

2 经气道介入技术在儿童 CLA 中的应用

目前, 用于诊断 CLA 的主要手段包括影像学检查及支气管镜检查。近年来, CT 仿真支气管镜技术快速发展, 但仍然替代不了支气管镜技术^[7]。支气管镜技术在儿科领域的应用起步较晚, 但发展快速, 目前已成为儿科临床诊疗工作中的重要技术。《中国儿科可弯曲支气管镜技术指南 (2018 年版)》^[8]《儿科呼吸内镜诊疗技术临床应用管理规范》^[9]等指南或规范

的制定和发布对促进儿童支气管镜技术的发展起到积极的指导作用。目前, 支气管镜技术在儿科领域的应用从最初的诊断发展到介入治疗, 开展了如经支气管镜球囊扩张术、经支气管镜支架置入术、经支气管镜消融术 (激光消融术、氩等离子体凝固术等)、经支气管镜封堵术等介入治疗技术, 其适应证逐渐扩大, 应用病例数不断增加^[10]。根据支气管镜是否可弯曲分为软式支气管镜和硬质支气管镜, 前者是目前儿科应用最多的支气管镜。软式支气管镜可灵活到达较深的支气管位置, 包括各段支气管甚至各亚段支气管, 检查时患者取自然体位即可, 其可广泛用于疾病的诊断和治疗, 特别是超细可弯曲支气管镜, 可大大提高对儿童呼吸道疾病的检查能力。相比之下, 硬质支气管镜的视野暴露更清晰, 在治疗方面更具优势, 但其需要在全身麻醉下进行, 到达支气管侧支或远端较困难, 且检查时患者需要保持特殊体位。

2.1 经气道介入技术在儿童 CLA 诊断中的应用 支气管镜检查可以直观发现气道结构异常, 如气管或支气管狭窄、气管支气管软化、气管食管瘘、气管内血管瘤等^[11-12], 在儿童 CLA 的诊断和鉴别诊断中具有重要作用, 有助于避免漏诊和误诊。

2.1.1 先天性气管或支气管狭窄: 支气管镜检查可明确气道狭窄具体部位、狭窄口径及长度, 并明确狭窄是管腔内阻塞还是气管外压迫所致。血管环是先天性气管或支气管狭窄的主要病因, 当血管环导致气道外压性狭窄时, 支气管镜下可见狭窄部位有血管搏动。完全性气管环是一种罕见的先天性气道狭窄畸形, 支气管镜下观察到正常 C 形气管软骨环在后方融合而代替正常膜部, 形成 O 形软骨环, 即可诊断为完全性气管环^[13]。

2.1.2 先天性气管支气管软化: 先天性气管支气管软化是由出生前某些疾病导致的气道软骨发育异常, 是气道管腔动力性狭窄的主要病因。支气管镜检查是目前诊断先天性气管支气管软化的金标准, 镜下可见呼气相管腔内陷, 可根据气管直径内陷程度进行疾病分度^[14]。

2.1.3 先天性支气管起源异常: 常见的先天性支气管起源异常包括气管性支气管、支气管桥等。气管性支气管定义为起源于气管的右肺上叶支气管, 大多起源于气管右侧壁、隆突以上, 支气管镜下可直接观察到异位起源的支气管, 并可根据起源位置等进行分型^[15]。不同学者对支气管桥的定义有所不同, 根据最常用的定义其主要表现为从左主气管发出的

异常支气管分支供应右肺中叶和下叶组织,常伴有气管或支气管狭窄、气管支气管软化^[16]。支气管桥的诊断需要综合影像学检查和支气管镜检查。由于支气管镜不能区分真假隆突,因此单纯的支气管镜检查诊断支气管桥具有一定的局限性,但其有助于明确气管或支气管狭窄、气管支气管软化的合并情况^[17]。

2.1.4 先天性肺发育异常:在肺未发育的病例中,支气管镜下可见局部主支气管闭锁;而在肺发育不全的病例中,支气管镜下则表现为相应肺叶或肺段支气管闭锁及狭窄。

2.1.5 巨气管支气管症和气管憩室:巨气管支气管症为气管及主支气管壁弹力纤维和平滑肌的先天发育不良^[6]。巨气管支气管症的诊断标准为气管直径超过该年龄段人群气管直径的平均值+3个标准差,其在支气管镜下表现为气管和支气管管腔扩张伴憩室形成的特异性改变^[18-19]。气管憩室是气管黏膜通过气管软骨间或管腔后壁肌层薄弱处向外形成的囊状膨出,支气管镜下可见憩室管壁开口及气泡外溢^[20]。

2.1.6 气管或支气管瘘:气管或支气管瘘指气管及各级支气管与胸腔腔、食管、胃等邻近腔隙或脏器之间相互交通,形成异常通道(瘘管或瘘口)的一种病理状态。按照与邻近腔隙或脏器之间的关系,可将气管或支气管瘘分为以下几个类型^[21]。(1)支气管胸膜瘘;(2)气管或支气管消化道瘘,包括气管或支气管食管瘘和气管或支气管胃瘘等;(3)气管或支气管纵膈瘘;(4)其他少见部位的瘘,包括支气管胆道瘘、支气管肾瘘等。气管食管瘘是常见的CLA类型,支气管胆道瘘等则为少见的类型。支气管镜检查通常可以明确瘘的发生部位、大小及发生原因。而对于支气管镜难以窥见瘘口所在部位的病例,通常需要借助一些辅助方法如染色剂^[22]、造影剂,从而评估瘘口所在部位、大小及发生原因。

2.1.7 气管或支气管内血管瘤:支气管镜下发现气管或支气管黏膜有暗红色或紫红色且表面光滑的局限性凸起,伴有局部管腔狭窄,应考虑气管或支气管内血管瘤可能。联合颈、胸部增强影像学检查有助于明确诊断。

2.2 经气道介入技术在儿童CLA治疗中的应用

2.2.1 经支气管镜支架置入术:气道支架的置入对于缓解软骨结构和功能不完整所导致的气道狭窄具有重要意义。理想的儿童气道支架应具备对气道内壁刺激小、不移位、防止肉芽增生、不影响排痰、容易

回收等特点。儿童的气道管腔较小且结构柔软,因此,经支气管镜支架置入术需要经验丰富的团队进行操作。临床上常将经支气管镜支架置入术与球囊扩张术联合应用,该方案是缓解小儿气道阻塞的可靠方法^[23],主要用于治疗气管或支气管狭窄、气管支气管软化等。此外,经支气管镜支架置入术还可用于治疗复发性气管食管瘘。但经支气管镜支架置入术的远期疗效及并发症尚需进一步观察^[24-25]。

2.2.2 经支气管镜球囊扩张术:经支气管镜球囊扩张术是治疗儿童气道狭窄的主要方法之一,最常用于声门下狭窄,也用于气管或支气管狭窄。其原理是经支气管镜将球囊置于狭窄的气道,然后通过高压枪泵加压扩张球囊并保持一定时间,从而达到扩张狭窄气道的目的。术后可静脉注射糖皮质激素减轻气道组织水肿。

2.2.3 经支气管镜消融术:经支气管镜消融术可分为热消融术和冷冻消融术,两者可单独应用,也可联合使用。激光消融术和氩等离子体凝固术均属于热消融术。在儿科领域,激光消融术主要用于治疗气管支气管软化、气管或支气管狭窄等气道阻塞性病变,或为气道支架置入做准备,还可用于封闭气道瘘口;氩等离子体凝固术可应用于气管或支气管囊肿、气管或支气管内血管瘤、支架置入后气道再狭窄的治疗。冷冻消融术可用于气道内肿瘤切除,清除异物、肉芽及坏死组织等。

2.2.4 经支气管镜封堵术:经支气管镜封堵术常用于治疗气管或支气管瘘,在对气管或支气管瘘的瘘口进行准确定位后,采用自体血、医用生物胶、硅胶塞、凡士林纱条、单向活瓣等材料对引流的支气管进行封堵。根据现有的临床经验,对于瘘口直径<3 mm者,可联合使用医用生物胶封堵、热灼烧刺激局部组织增生、局部注射硬化剂等多种方法进行治疗,绝大多数病例可获得良好的治疗效果;对于瘘口直径>3 mm者,多数需要借助一些特定的封堵材料或器械(各种类型的支架、封堵器等)进行治疗才能够治愈。

2.2.5 支气管导航技术:目前有电磁导航支气管镜、虚拟导航支气管镜等支气管导航设备,但上述设备价格高昂,且不适合生长发育期的儿童患者。与上述支气管导航技术不同,支气管手绘导航技术主要是根据薄层CT图像绘制支气管镜导航进镜路线图,即将空间三维立体走行的支气管树人工转换成用支气管分叉开口表述的二维平面图^[26]。该技术可在儿童CLA的诊疗过程中发挥协同辅助的作用。

3 经胸腔介入技术在儿童CLA中的应用

胸腔镜技术是介入呼吸病学的一项重要技术,其可在直视下进行吸引、钳夹及多方位转动等操作^[27],不仅可以通过活检明确诊断、减少漏诊,还可以通过局部治疗减轻临床症状,与常规外科手术相比,其可降低开胸手术的风险,具有重要临床意义^[28]。近年来,随着呼吸介入技术在儿科领域的不断推广,儿童内科胸腔镜技术也得到快速发展。

3.1 内科胸腔镜技术在CLA诊断中的应用 弥漫性肺淋巴管瘤病是一种罕见的肺部疾病,以淋巴管异常增生、弥漫浸润为主要病理特征,其病因不明,多见于儿童,无性别差异,病情进展缓慢,但预后差^[29-30]。该病起病隐匿,缺乏特异性的临床表现,常表现为呼吸困难、咳嗽、乳糜胸、乳糜性心包积液、咯血、反复发作的肺炎等^[31-32],极易误诊、漏诊。弥漫性肺淋巴管瘤病的诊断及治疗极具挑战性。病理诊断是确诊弥漫性肺淋巴管瘤病的主要依据^[33],其中病理组织可通过支气管镜下活检或外科手术活检获得。但在支气管镜下取活检有可能失败^[34],可引起危及生命的并发症^[33],故应谨慎选择在支气管镜下取活检组织,而外科手术活检的创伤性较大。相比之下,胸腔镜可直接观察病灶并进行活检,更为安全、有效^[35-36]。沈秋英等^[33]报告1例弥漫性肺淋巴管瘤病患儿的临床资料,首次行纵隔活检术时在胸腔镜下进行并获得成功,而第二次行肺活检术时在支气管镜下进行,术后患儿因肺部大量出血而死亡。

3.2 内科胸腔镜技术在CLA治疗中的应用 先天性大叶性肺气肿又称婴儿肺叶气肿或先天性肺大疱性气肿。该病在活产儿中的发病率为1/30 000~1/20 000,主要病理改变为肺叶过度膨胀和扩张、肺泡间隔未破坏,严重威胁婴儿生命^[37]。临床上,对于无症状且无明显压迫表现的婴幼儿及大龄儿童,可以密切观察;如患儿病情危急或病情有所进展,须给予急诊手术治疗^[37]。目前常见的手术方法为外科开胸手术,通常为患侧肺的整叶切除,手术创伤大,恢复时间长,对肺功能影响大,因此手术的危险性较大。

借鉴于张华团队采用内科胸腔镜氩离子凝固术治疗胸膜下肺大疱的经验^[38],西安市儿童医院胸外团队于2021年开始尝试采用内科胸腔镜氩离子凝固术治疗先天性大叶性肺气肿,其可通过氩离子的热效应使肺气肿组织干燥、挛缩、失活,消除肺叶的过度膨胀和扩张,从而改善患儿的临床症状。该治疗方法具有安全、深度可控、便于处理角落病变等特

点,尤其是对弥漫性、双侧肺气肿的患儿,在无法进行外科手术的情况下,采用该治疗方法可以最大限度保留余肺组织,且微创程度高。但目前该治疗方法还处于探索阶段,其远期疗效不确定。

4 经肺血管介入技术在儿童CLA中的应用

随着介入理念和介入导管技术的不断发展,经肺血管介入技术在CLA诊疗中的应用日益成熟,并与其他路径的介入技术相互融合,发挥协同作用。目前,应用于CLA诊断的经肺血管介入技术主要包括肺动脉造影等检查。肺动脉造影即在X线指引下将导管置入肺动脉,经导管注射碘对比剂使肺动脉显影,其主要用于肺血管畸形等疾病的诊断,同时也是指导肺血管介入治疗的重要方法^[39-41]。在CLA治疗方面,常用的经肺血管介入技术为血管栓塞术,该术式主要用于咯血和经肺动静脉瘘等血管畸形的治疗。

4.1 经肺血管介入技术在CLA诊断中的应用

4.1.1 肺动脉造影:肺动脉造影在明确肺动脉病变部位、判断病变性质,以及评价肺动脉血流状态、病情严重程度和介入治疗效果等方面具有重要作用^[42-45]。

肺动静脉畸形是肺动脉与肺静脉之间存在的异常交通,导致肺内血液右向左分流,呈现低阻力、高流量的循环特征^[46]。原发性肺动静脉畸形最常见的原因是遗传性出血性毛细血管扩张症,50%~80%的肺动静脉畸形与遗传性出血性毛细血管扩张症有关^[47]。肺动静脉畸形可引发脑卒中、栓塞、咯血和血胸等,临床上应予以重视^[48]。对于肺动静脉畸形,多采用选择性肺动脉造影评估局部肺血管病变。在造影过程中,单纯型囊状肺动静脉畸形表现为瘤囊随肺动脉的充盈显影,引流肺静脉显影早于正常肺静脉,供血肺动脉及引流肺静脉均为一支且呈不同程度迂曲、扩张,较大的瘤囊可见对比剂排空延迟;复杂型囊状肺动静脉畸形表现为两支或多支供血肺动脉及引流肺静脉,瘤囊内可见分隔,对比剂排空明显延迟;弥漫型肺动静脉畸形表现为多发葡萄串样小血池充盈,有时难以观察到与肺小静脉的连通,病变部位肺静脉提前显影有助于诊断^[49]。肺动脉造影术后应密切监测患儿的生命体征、氧合状态和穿刺部位情况。

4.1.2 右心导管检查:弯刀综合征是一种临床罕见且复杂的先天性心血管畸形,在活产儿中的发病率为1/100 000~3/100 000^[50]。其特征性病理表现为部分性或完全性右侧肺静脉引流至下腔静脉,此综合征

多合并右肺发育不良、体循环动脉供应右肺、右位心/中位心等。心导管造影是目前诊断弯刀综合征的首选方法。

4.2 经肺血管介入技术在CLA治疗中的应用 目前,对于肺动静脉畸形的治疗,倾向于“发现即干预”的原则。清晰判断肺动静脉畸形的血管结构有助于优化介入治疗策略,从而减少并发症的发生。血管栓塞术已成为治疗肺动静脉畸形的优选方案,其在降低并发症发生率方面具有一定的优势,安全性较好^[51]。血管栓塞术的目标是尽可能接近瘤囊部位,封闭肺动静脉畸形的供血血管,以此来保留正常的血管、肺实质,同时防止侧支再灌注。临床上治疗肺动静脉畸形常用的栓塞材料有弹簧线圈和血管塞。与弹簧线圈相比,血管塞因具有更低的再通率和移位风险而成为治疗此类疾病的主要常规栓塞材料。

弯刀综合征是一类复杂的疾病,除内科治疗及外科手术治疗外,采用血管栓塞术封堵体肺侧支血管后可以有效降低肺动脉压力,是一种创伤小、风险低的治疗方式,且能明显改善心力衰竭、肺充血症状,对于部分不合并其他需要外科救治的心脏畸形的患儿,甚至只需要接受血管栓塞术而不需要手术治疗^[52]。

除此之外,支气管动脉瘤等其他先天肺血管畸形,临床上也可使用同样的经肺血管介入技术,选择合适的栓塞材料进行完全栓塞,从而达到治疗的目的。发热和胸膜炎是介入治疗的常见并发症,常在术后2 d内出现,可通过非甾体消炎药缓解症状^[53]。

5 小 结

近年来,呼吸介入技术在儿童CLA诊疗中的应用研究取得了一定的进展。不同于成人,儿童CLA以先天性和发育性疾病为主,并受到处于生长发育期等多种因素的影响,因此应严格掌握呼吸介入技术的指征及适用范围,术后应密切监测并发症发生情况,随访长期疗效。相信经过不断的临床实践积累及探索创新,呼吸介入技术在儿童CLA诊疗中将具有广阔的应用前景。

参 考 文 献

- Wall J, Coates A. Prenatal imaging and postnatal presentation, diagnosis and management of congenital lung malformations [J]. *Curr Opin Pediatr*, 2014, 26(3): 315-319.
- Costa Júnior ADS, Perfeito JAJ, Forte V. Surgical treatment of 60 patients with pulmonary malformations: what have we learned? [J]. *J Bras Pneumol*, 2008, 34(9): 661-666.
- Lee EY, Dorkin H, Vargas SO. Congenital pulmonary malformations in pediatric patients: review and update on etiology, classification, and imaging findings [J]. *Radiol Clin North Am*, 2011, 49(5): 921-948.
- Thacker PG, Rao AG, Hill JG, et al. Congenital lung anomalies in children and adults: current concepts and imaging findings [J]. *Radiol Clin North Am*, 2014, 52(1): 155-181.
- Pederiva F, Rothenberg SS, Hall N, et al. Congenital lung malformations [J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2023, 9(1): 60.
- 农光民, 林 威. 儿童先天性肺部疾病的分类和预后 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2016, 31(16): 1204-1208.
- Soyer T. The role bronchoscopy in the diagnosis of airway disease in children [J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(11): 3420-3426.
- 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, 等. 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.
- 国家卫生健康委办公厅. 儿科呼吸内镜诊疗技术临床应用管理规范 [EB/OL]. (2019-12-02) [2024-08-05]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3585/201912/994f74193202417e957adbc1fc601fb5/files/72481d7097ad43e3be8b18d48ae3d9cb.pdf>.
- Midulla F, de Blic J, Barbato A, et al. Flexible endoscopy of paediatric airways [J]. *Eur Respir J*, 2003, 22(4): 698-708.
- Wong MD, Thomas RJ, Powell J, et al. Flexible bronchoscopy diagnosis of uncommon congenital H-type tracheoesophageal fistula, dual fistulae, bronchoesophageal fistula, and recurrence of fistula in children: a 20-year experience [J]. *J Bronchology Interv Pulmonol*, 2022, 29(2): 99-108.
- Barbaria W, Khamassi I, Gaaloul K, et al. Tracheal hemangioma: a rare cause of hemoptysis in children [J/OL]. *Ear Nose Throat J*, (2022-07-07) [2024-6-30]. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/01455613221113819?rfr_dat=cr_pub++Opubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Aacross-ref.org.
- 林明春, 陈 超. 先天性完全性气管环的诊治研究进展 [J]. *中华新生儿科杂志*, 2022, 37(5): 474-476.
- 张渊博, 苏苗赏, 李昌崇. 儿童气管支气管软化症的临床研究进展 [J]. *国际呼吸杂志*, 2016, 36(20): 1596-1598.
- 田 巧, 彭东红. 气管性支气管临床研究进展 [J]. *国际儿科学杂志*, 2020, 47(12): 849-852.
- 容嘉妍, 张 莉, 黄 娟, 等. 小儿支气管桥2例 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2014, 29(4): 319-320.
- 夏 莹, 罗 健. 支气管桥的研究进展 [J]. *临床医学进展*, 2022, 12(5): 4489-4495.
- Hubbard M, Masters IB, Chang AB. Rapidly progressing case of Mounier-Kuhn syndrome in early childhood [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2003, 36(4): 353-356.
- 金贝贝, 韦秀平, 王 娟, 等. 巨气管支气管症1例并文献复习 [J]. *国际呼吸杂志*, 2018, 38(11): 849-854.

- [20] 邓力,印根权,谢志伟.伴有气道病变的儿童先天性支气管镜下相关表现(上)[J].中华儿科杂志,2010,48(12):956-959.
- [21] 李强.气管、支气管瘘的临床诊治现状与展望[J].中华医学杂志,2022,102(44):3487-3491.
- [22] 金普乐,葛晖,彭乱顺,等.亚甲蓝盐水定位气胸与支气管瘘相关支气管的临床研究[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(11):831-834.
- [23] Xu X, Ding H, Liu X, et al. Emergency management for congenital tracheal stenosis with endoluminal stenting in pediatric intensive care units[J].*Thorax*, 2016, 71(4):310-317.
- [24] 孟繁峥,王丽娜,张俐,等.气管内覆膜支架封堵食管瘘的临床应用[J].中华实用儿科临床杂志,2015,30(16):1206-1208.
- [25] Fiorelli A, Mazzone S, Di Crescenzo VG, et al. A simple technique to control placement of Dumon stent in subglottic tracheal stenosis [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 18(3):390-392.
- [26] 苏柱泉,饶婉媛,樊明粤,等.手绘画图导航引导经支气管镜肺活检的学习曲线分析[J].中国继续医学教育,2023,15(22):91-96.
- [27] Lee P, Folch E. Thoracoscopy: advances and increasing role for interventional pulmonologists [J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2018, 39(6):693-703.
- [28] Haines C, Walsh B, Fletcher M, et al. Chylothorax development in infants and children in the UK [J]. *Arch Dis Child*, 2014, 99(8):724-730.
- [29] Faul JL, Berry GJ, Colby TV, et al. Thoracic lymphangiomas, lymphangiectasis, lymphangiomatosis, and lymphatic dysplasia syndrome [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 161(3 Pt 1):1037-1046.
- [30] Tazelaar HD, Kerr D, Yousem SA, et al. Diffuse pulmonary lymphangiomatosis [J]. *Hum Pathol*, 1993, 24(12):1313-1322.
- [31] Swensen SJ, Hartman TE, Mayo JR, et al. Diffuse pulmonary lymphangiomatosis: CT findings [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 1995, 19(3):348-352.
- [32] 王春华,姚建国.肺淋巴管瘤病11例临床病理分析[J].临床与实验病理学杂志,2017,33(9):1019-1021.
- [33] 沈秋英,农光民,顾永耀.儿童弥漫性肺淋巴管瘤病二例[J].中华儿科杂志,2016,54(10):781-782.
- [34] 王贵清,陆权,钟海琴,等.儿童弥漫性肺淋巴管瘤病1例报告[J].中国实用儿科杂志,2019,34(2):154-157.
- [35] 张文宇,黄永康,黄建安.内科胸腔镜对淋巴瘤的诊断价值及预后分析[J].临床肺科杂志,2021,26(7):1080-1083,1096.
- [36] 翟聪聪,林殿杰.内科胸腔镜的临床应用进展[J].临床荟萃,2016,31(11):1170-1173.
- [37] Demir OF, Hangul M, Kose M. Congenital lobar emphysema: diagnosis and treatment options [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2019, 14:921-928.
- [38] 张华,葛长胜,孙中美,等.内科胸腔镜下氩离子凝固术治疗胸膜下肺大疱所致自发性气胸的效果及安全性[J].中华医学杂志,2017,97(40):3171-3173.
- [39] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组,中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会,全国肺栓塞与肺血管病防治协作组.肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J].中华医学杂志,2018,98(14):1060-1087.
- [40] 全国肺栓塞深静脉血栓形成防治协作组,中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组.肺血栓栓塞症-深静脉血栓形成影像学检查操作规程(推荐方案)[J].中华结核和呼吸杂志,2005,28(9):580-589.
- [41] 陈文彬.肺动脉造影技术的临床应用[J].实用内科杂志,1990,10(10):521-522.
- [42] 肖书娜,尚小珂,张刚成,等.肺小动脉楔入造影对先天性心脏病患儿肺动脉高压的评估价值[J].中国介入心脏病学杂志,2016,24(1):18-22.
- [43] 潘世伟,萧明第,刘迎龙,等.选择性肺动脉造影评价先天性心脏病肺动脉高压的初步分析[J].中华心血管病杂志,1997,25(1):39-42.
- [44] Shikuwa M, Asai S, Hara S, et al. Evaluation of the pulmonary vascular bed by digital subtraction angiography [J]. *Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi*, 1995, 33(3):247-252.
- [45] Sakaguchi TKA, Watanabe Y, Hirose M, et al. A novel diagnostic approach for assessing pulmonary blood flow distribution using conventional X-ray angiography [J]. *PLoS One*, 2021, 16(6):e0253565.
- [46] Rotenberg C, Bonay M, El Hajjam M, et al. Effect of pulmonary arteriovenous malformations on the mechanical properties of the lungs [J]. *BMC Pulm Med*, 2017, 17(1):64.
- [47] Kroon S, van den Heuvel DAF, Vos JA, et al. Idiopathic and hereditary haemorrhagic telangiectasia associated pulmonary arteriovenous malformations: comparison of clinical and radiographic characteristics [J]. *Clin Radiol*, 2021, 76(5):394.e1-394.e8.
- [48] 王南薇,古今,韩萍,等.肺动静脉畸形的CT与临床表现分析[J].临床放射学杂志,2021,40(9):1736-1740.
- [49] 韦建林,郭兴.肺动静脉畸形影像学诊断及治疗[J].放射学实践,2009,24(7):801-804.
- [50] Wang K, Xu X, Liu T, et al. Treatment and prognosis of Scimitar syndrome: a retrospective analysis in a single center of East China [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:973796.
- [51] Showlin CL, Condliffe R, Donaldson JW, et al. British Thoracic Society clinical statement on pulmonary arteriovenous malformations [J]. *Thorax*, 2017, 72(12):1154-1163.
- [52] Brink J, Yong MS, d'Udekem Y, et al. Surgery for scimitar syndrome: the Melbourne experience [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2015, 20(1):31-34.
- [53] Gupta S, Faughnan ME, Bayoumi AM. Embolization for pulmonary arteriovenous Malformation in hereditary hemorrhagic telangiectasia: a decision analysis [J]. *Chest*, 2009, 136(3):849-858.

(收稿日期:2024-06-03 修回日期:2024-08-10)