

肺炎支原体肺炎患儿支气管镜肺泡灌洗术中 经鼻高流量氧疗的应用

唐龙¹, 钮明杨², 贾理博¹, 李文斌¹, 杨佳¹, 房莉²

摘要:目的 探讨经鼻高流量氧疗在难治性肺炎支原体肺炎患儿行支气管镜肺泡灌洗术中的应用效果,为儿童支气管镜检查选择合适的氧疗方式提供参考。方法 选择行支气管镜肺泡灌洗术的 86 例难治性肺炎支原体肺炎患儿作为研究对象,按照医嘱的时间顺序分为经鼻高流量氧疗组和常规组各 43 例。行支气管镜肺泡灌洗术中经鼻高流量氧疗组给予经鼻高流量吸氧,氧流量为 20~50 L/min,氧浓度为 40%;常规组给予双鼻导管吸氧,氧流量为 4 L/min。观察两组氧疗效果及不良反应发生情况。结果 两组均顺利完成检查。经鼻高流量氧疗组术中低氧血症发生率、持续时间显著低于和短于常规组(均 $P < 0.05$);不同时间点的最低经皮血氧饱和度、术中呼吸频率最高值比较,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组术中心率最高值、支气管镜检查用时、因缺氧致检查中断率及术中不良事件发生率比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。结论 经鼻高流量氧疗有助于难治性肺炎支原体肺炎患儿支气管镜肺泡灌洗术的顺利进行,降低低氧血症发生率,安全性能好。

关键词: 患儿; 支原体肺炎; 支气管肺泡灌洗; 氧疗; 经鼻高流量氧疗; 鼻导管吸氧; 低氧血症; 插管护理

中图分类号: R473.72 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.24.011

Application of high flow nasal cannula oxygen therapy during bronchoalveolar lavage in children with refractory mycoplasma pneumoniae pneumonia

Tang Long,

Niu Mingyang, Jia Libo, Li Wenbin, Yang Jia, Fang Li. Department of Respiratory Diseases, Xuzhou Children's Hospital, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, China

Abstract: **Objective** To explore the effects applying high flow nasal cannula (HFNC) oxygen therapy during bronchoalveolar lavage in children with refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia (MMP), and to provide providing a reference for selecting appropriate oxygen therapy during pediatric bronchoscopy. **Methods** A total of 86 children with refractory MMP scheduled for bronchoalveolar lavage were selected as research subjects and assigned to the HFNC group and the conventional group according the sequence of medical order with 43 cases in each. During the procedure, the HFNC group received HFNC oxygen therapy with a flow rate of 20–50 L/min and an oxygen concentration of 40%, while the conventional group received oxygen via nasal cannula at a flow rate of 4 L/min. The oxygen therapy effects and occurrence of adverse reactions were observed in both groups. **Results** Both groups successfully completed the examination. The incidence rate and duration of intraoperative hypoxemia in the HFNC group were significantly lower than those in the conventional group (both $P < 0.05$). Comparisons of the lowest transcutaneous oxygen saturation and maximum respiratory rate at different time points showed statistically significant differences (both $P < 0.05$). There were no significant differences between the two groups in terms of maximum heart rate, time taken for bronchoscopy, interruption rates due to hypoxia, and occurrence of intraoperative adverse events (all $P > 0.05$). **Conclusion** HFNC oxygen therapy facilitates the smooth performance of bronchoalveolar lavage in children with refractory MMP, reduces the incidence of hypoxemia, and has good safety performance

Keywords: children; Mycoplasma pneumoniae pneumonia; bronchoalveolar lavage; oxygen therapy; high flow nasal cannula oxygen therapy; nasal cannula oxygen therapy; hypoxemia; intubation care

难治性肺炎支原体肺炎(Refractory Mycoplasma Pneumoniae Pneumonia, RMPP)是指由肺炎支原体感染引起的肺炎在使用大环内酯类抗生素正规治疗

7 d 及以上,仍持续发热,临床征象及肺部影像学加重,出现肺外并发症者^[1]。支气管肺泡灌洗术是诊断及治疗 RMPP 的重要手段之一,具备直视气管内膜病变、清理气道痰栓畅通气道、采集灌洗液进行病原分析、局部注药治疗等诸多优点,在 RMPP 患儿中得到广泛应用^[2-3]。低氧血症是支气管肺泡灌洗期间常见并发症^[4-5],对于 RMPP 患儿,由于肺部病灶范围大、肺不张、胸腔积液等原因,低氧血症更容易发生。鼻导管吸氧是目前支气管肺泡灌洗期间常用的给氧方式,其优点是操作简单、无创伤^[6]。但检查过程中

作者单位:徐州医科大学附属徐州儿童医院 1.呼吸内科 2.重症医学科(江苏 徐州,221006)

唐龙:男,硕士,副主任护师,182378194@qq.com

通信作者:李文斌,lwbay369@126.com

科研项目:徐州市卫生健康委医学科科技创新项目(XWKYHT20230008);

徐州市儿童医院科研项目(22040409)

收稿:2024-07-21;修回:2024-09-22

常规氧流量给氧患儿容易发生缺氧或低氧血症。经鼻高流量氧疗(High Flow Nasal Cannula, HFNC)具有降低呼吸做功、冲刷鼻咽死腔、提供气道正压、改善氧合等特点,逐渐应用于儿科临床^[7-8]。目前,国内外尚缺乏 HFNC 在儿童支气管肺泡灌洗术中应用的相关报道。因此,本研究比较了 RMPP 患儿行支气管肺泡灌洗术中 HFNC 与常规流量鼻导管吸氧的临床效果,旨在为儿童支气管镜检查期间选择合适的氧疗方式提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2023 年 6 月至 2024 年 2 月,选取在我院行支气管肺泡灌洗术的 RMPP 患儿作为研究对象。纳入标准:①年龄 1~14 岁;临床诊断为 RMPP,因肺部广泛炎性渗出、肺实变或肺不张等须行支气管肺泡灌洗术^[1];②术前完善相关检查,无支气管镜术相关禁忌证^[9];③患儿清醒,能配合治疗。排除标准:①鼻息肉、鼻腔出血或有明显出血倾向、鼻腔畸形等不适宜行支气管镜检查;②既往有先天性心脏病、先

天性支气管肺发育不良、先天性呼吸道畸形、重度贫血、重度营养不良等基础疾病;③术前需机械通气、无创正压通气、HFNC 进行呼吸支持。剔除标准:不能耐受、术中终止检查者。以支气管镜检查术中低氧血症发生率为主要结局指标,基于前期预试验结果,常规组低氧血症发生率为 75.0%(共 8 例患儿,6 例发生低氧血症),HFNC 组低氧血症发生率为 37.5%(8 例患儿,3 例发生低氧血症), α 为双侧 0.05, β 取 0.9,利用 PASS21 软件计算得到 $n_1=n_2=38$;考虑脱落率为 10%,所需样本量为 $n_1=n_2=43$ 。本研究共纳入 86 例,按照下达肺泡灌洗术医嘱时间顺序对研究对象进行编号,并采用随机数字表法将不同编号的患儿按照 1:1 等比例随机分配至 HFNC 组和常规组各 43 例,均顺利完成研究。两组患儿入组时一般资料比较,见表 1。本研究方案通过我院伦理委员会批准(伦理审查号:2023-5-29-H29)。患儿监护人均签署知情同意书。

表 1 两组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄	体质量	心率(次/	呼吸(次/	SpO ₂	体温	肺实变情况(例)		胸腔
		男	女	(岁, $\bar{x}\pm s$)	(kg, $\bar{x}\pm s$)	min, $\bar{x}\pm s$)	min, $\bar{x}\pm s$)	($\bar{x}\pm s$)	(℃, $\bar{x}\pm s$)	单个肺叶	2 个及以上肺叶	积液(例)
常规组	43	19	24	7.33±2.21	26.85±9.55	105.72±21.05	22.77±5.41	0.98±0.18	36.79±0.38	39	4	5
HFNC 组	43	20	23	6.83±2.40	25.53±9.36	106.79±22.30	24.40±4.92	0.97±0.18	36.92±0.46	38	5	7
χ^2/t		0.047		0.991	0.644	0.229	1.459	0.528	1.359			0.335
<i>P</i>		0.829		0.325	0.521	0.820	0.148	0.599	0.178	1.000*		0.563

注:* 为 Fisher 精确概率法。

1.2 方法

1.2.1 材料 HFNC 装置采用 Hifent 高流量呼吸湿化治疗仪(型号 HUMID-BH),能提供的吸氧流量为 4~60 L/min,吸入氧浓度为 21%~100%,湿化温度为 31℃~37℃;鼻塞导管(型号 NAC-3S);气管镜为 pentex 4.0 mm 管径型号 FB-1170K、pentex 2.8 mm 管径型号 FB-BV 的软式支气管镜,根据患儿气道情况选择。

1.2.2 支气管肺泡灌洗术及氧疗方法 两组均采用“边麻边进”(局部表面麻醉)复合清醒镇静麻醉方式^[9],于术前 15 min 给予 2%利多卡因 5 mL 雾化吸入,入室后给予 0.2 mg/kg 咪达唑仑静脉推注镇静,并于支气管镜插入到喉部、声门前、气管时分别喷洒 2%利多卡因 1 mL 进行局部表面麻醉。检查开始前,将患儿置于仰卧位,肩部略垫高,头部摆正,常规组给予鼻前庭双鼻导管吸氧,氧流量 4 L/min,以使吸入氧浓度达到 40%左右(受患儿年龄、体形等影响,潮气量、呼吸频率、吸呼比和解剖死腔量差异较大,氧浓度并不稳定)^[10]。HFNC 组于术前 15 min 启动并预热高流量呼吸湿化治疗仪,检查开始前给予 HFNC,氧流量设置为患儿体质量的第 1 个 10 kg 为 2 L/(kg·min),剩余体质量增加 0.5 L/(kg·min),流量为 20~50 L/min^[11-12];氧浓度为 40%;温度 34℃。检查

开始时,由同 1 名熟练掌握支气管镜下支气管肺泡灌洗术的医生经一侧鼻孔轻柔地将支气管镜送入鼻腔、气道,由于双鼻导管和 HFNC 鼻塞的横截面积均不超过鼻孔横截面积的 50%,两组患儿在经鼻给氧状态下支气管镜经鼻插入均不受影响。两组采用温生理盐水进行支气管肺泡灌洗,当支气管镜到达靶支气管后,使用 20 mL 注射器抽取 1 mL/(kg·次)(总量≤20 mL/次)的灌洗液经支气管镜工作孔道注入进行气道冲洗,然后缓慢回抽,并使用 100~200 mmHg 负压吸引,根据患儿气道黏膜病变状况和痰栓堵塞情况重复上述操作,直至达到灌洗目标。检查过程中,辅助医生和护士负责观察患儿心率、呼吸频率、面色及躁动情况,如出现呼吸困难、发绀等缺氧表现时,由手术医生决定是否继续完成检查。检查结束后,以当前所接受的氧疗方法继续给予氧气吸入,密切观察患儿生命体征及术后反应,30 min 后转回病房治疗。支气管肺泡灌洗术前由 1 名课题组成员与手术医生共同确认患儿的分组情况、氧疗方法和吸氧流量,HFNC 组需确认氧浓度及温度设置,保证检查过程中的氧疗支持方法与分组及研究方案一致,并共同确认检查开始和结束时间。

1.2.3 评价方法 由 1 名课题组成员采用自制的资料收集表,通过中心监护记录患儿检查过程中的心率、呼吸频率、SpO₂ 以及 SpO₂ 低于 0.90 持续时间等。

①术中低氧血症发生情况及持续时间:本研究低氧血症为单一时间点患儿 SpO₂ 降至 0.90 以下^[13],同时记录低于 0.90 的持续时间;术前(进镜时)、术中、术后(30 min 内)的最低 SpO₂ 值。②患儿术中心率、呼吸频率最高值及支气管镜检查用时:检查用时指从支气管镜进入鼻腔开始检查至离开鼻腔检查结束所用时长。③检查中断及术中不良事件。检查中断指检查过程中,患儿 SpO₂ 持续低于 0.90,伴随发绀、呼吸困难、心率下降等缺氧症状,医生根据情况选择中断或终止检查的情况。术中不良事件包括心动过缓(心率持续低于正常心率最低值超过 20 s)、呼吸过缓(呼吸频率持续低于正常呼吸频率最低值超过 20 s)、气道痉挛、

呕吐、鼻出血。

1.2.4 统计学方法 采用 SPSS23.0 软件进行统计分析。计数资料采用频数和百分比(%)描述,组间比较采用 χ^2 检验、Fisher 精确概率法;服从正态分布的计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 描述,组间比较采用两独立样本 t 检验;不服从正态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组低氧血症发生情况、持续时间及最低 SpO₂ 比较 见表 2。

表 2 两组低氧血症发生情况、持续时间及最低 SpO₂ 比较

组别	例数	术中低氧血症		最低 SpO ₂ ($\bar{x} \pm s$)		
		发生[例(%)]	持续时间[s, $M(P_{25}, P_{75})$]	术前	术中	术后
常规组	43	22(51.16)	90.00(57.50,152.50)	0.97±0.02	0.87±0.09	0.97±0.03
HFNC 组	43	12(27.91)	45.00(11.25,112.50)	0.98±0.09	0.92±0.07	0.98±0.01
统计量		$\chi^2=4.864$	$Z=2.059$	$t=0.711$	$t=2.909$	$t=2.198$
P		0.027	0.040	0.479	0.005	0.031

2.2 两组术中心率、呼吸频率最高值及检查用时比较 见表 3。

表 3 两组术中心率、呼吸频率最高值及检查用时比较

组别	例数	心率(次/ min, $\bar{x} \pm s$)	呼吸(次/ min, $\bar{x} \pm s$)	检查用时[$\bar{x}$, $M(P_{25}, P_{75})$]
常规组	43	153.98±16.78	37.56±6.12	8.00(6.00,10.00)
HFNC 组	43	153.74±17.10	33.14±6.16	6.00(4.00,10.00)
统计量		$t=0.064$	$t=3.336$	$Z=1.237$
P		0.949	0.001	0.216

2.3 两组检查中断及术中不良事件发生情况比较 见表 4。

表 4 两组检查中断及术中不良事件发生情况比较

组别	例数	中断	例				
			心动 过缓	呼吸 过缓	气道 痉挛	呕吐	鼻出血
常规组	43	3	2	5	4	7	1
HFNC 组	43	1	1	2	1	3	2
P		1.000	1.000	0.433	0.360	0.313	1.000

注:两组比较均采用 Fisher 精确概率法。

3 讨论

3.1 HFNC 有助于改善 RMPP 患儿行支气管肺泡灌洗术中缺氧状况 低氧血症一直是儿童支气管镜检查最常发生的并发症,其发生机制包括麻醉诱导的上气道阻塞,支气管镜占据鼻腔、声门和声门下腔影响通气,支气管镜负压吸引、灌洗液的注入导致肺泡通气/灌注比例失调等^[14]。文献报道,在常规氧疗支持下患儿低氧血症发生率为 5%~30%^[15-16]。本研究显示常规组的低氧血症发生率 51.16%,可能与研究对象为 RMPP 患儿,RMPP 疾病本身导致的肺不张、氧

储备不足、痰栓阻塞气道影响通气、换气功能,以及支气管肺泡灌洗是低氧血症的危险因素有关。与常规氧疗相比,HFNC 具有提供气道正压、降低呼吸做功、增加呼气末肺容积、冲刷解剖死腔等优点,更利于维持患者支气管镜检查期间的氧合^[17-18]。本研究将 HFNC 用于行支气管肺泡灌洗术 RMPP 患儿,结果显示,HFNC 组术中低氧血症发生率和低氧持续时间显著低于常规组,而进镜术中、术后 30 min 内的最低 SpO₂ 显著高于常规组(均 $P<0.05$)。HFNC 装置提供的高速气流可为气道提供一定水平的呼气末正压,能使呼气末小气道和肺泡处于开放状态,减轻因支气管镜吸引对肺容积的影响,同时还有助于降低气道阻力,减少患儿检查过程中的呼吸做功;其次高速气流还能起到冲刷解剖死腔的作用,利于患儿呼吸过程中足够地吸入氧浓度;加温加湿的气体能够保护气道黏膜,减少干燥、寒冷气体刺激引起的支气管收缩反应,增加肺顺应性,降低气道阻力^[19-20]。此外,部分患儿鼻腔分泌物明显增多时,HFNC 产生的高速气流还能将分泌物冲刷出鼻腔,有助于氧气主动输送和患儿吸气,因此,有助于改善 RMPP 患儿行支气管肺泡灌洗术期间的缺氧状况。

3.2 HFNC 有助于稳定 RMPP 患儿支气管肺泡灌洗术中呼吸频率 既往研究发现,儿童支气管镜检查中最常见的呼吸节律异常是呼吸频率增快,低氧血症可能是导致呼吸节律异常的重要原因^[14]。本研究结果显示,HFNC 组患儿支气管肺泡灌洗术中呼吸频率最高值显著低于常规组($P<0.05$),说明 HFNC 有助于稳定检查期间的呼吸频率。但两组术中心率最高值、支气管镜检查用时及因缺氧导致的

检查中断及不良事件发生率比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),说明行支气管肺泡灌洗术的 RM-PP 患儿使用 HFNC 与常规鼻导管吸氧具有相似的安全性, HFNC 可用于行支气管肺泡灌洗术的 RM-PP 患儿的氧疗支持。

4 结论

本研究结果显示, RMPP 患儿行支气管肺泡灌洗术期间使用 HFNC 可以显著改善患儿检查全过程的 SpO_2 , 降低术中低氧血症发生率, 维持更稳定的呼吸频率。并且其在使用方法和安全性上与常规氧疗相似, 可被考虑用于儿童支气管镜检查中。但本研究也存在一定的局限性, HFNC 组设置的吸入氧浓度局限于 40%, 没有发挥出 HFNC 可提供 21%~100% 吸入氧浓度的优势, 提升吸入氧浓度是否可以进一步降低低氧血症发生率值得继续研究。未来, 可扩大样本量, 并观察评估 HFNC 在其他疾病患儿行支气管镜检查术中的应用效果。

参考文献:

[1] 国家卫生健康委员会. 儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023 年版)[J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2023, 50(2): 79-85.

[2] 张晗, 尚云晓. 纤维支气管镜对儿童难治性肺炎支原体肺炎的诊断治疗价值[J]. 中国实用儿科杂志, 2019, 34(6): 504-507.

[3] 王丽萍, 陈守平, 黄玉瑛, 等. 软式支气管镜在儿童呼吸系统疾病中的应用[J]. 中国当代儿科杂志, 2017, 19(11): 1174-1179.

[4] Criner G J, Eberhardt R, Fernandez-Bussy S, et al. Interventional bronchoscopy[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2020, 202(1): 29-50.

[5] Lo Y L, Wu H T, Lin Y T, et al. Hypoventilation patterns during bronchoscopic sedation and their clinical relevance based on capnographic and respiratory impedance analysis[J]. J Clin Monit Comput, 2020, 34(1): 171-179.

[6] Abulebda K, Abu-Sultaneh S, Ahmed S S, et al. Intensivist-based deep sedation using propofol for pediatric outpatient flexible bronchoscopy[J]. World J Crit Care Med, 2017, 6(4): 179-184.

[7] 陆叶, 崔云, 史婧奕, 等. 经鼻导管高流量氧疗在儿童急性呼吸衰竭中的应用效果评价[J]. 中华儿科杂志, 2021, 59(1): 20-26.

[8] 任锡凯, 黄楠, 苏苗赏. 经鼻高流量氧疗与儿童呼吸支持治疗研究进展[J]. 温州医科大学学报, 2020, 50(7): 593-596.

[9] 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.

- [10] Markovitz G H, Colthurst J, Storer T W, et al. Effective inspired oxygen concentration measured via transtracheal and oral gas analysis[J]. Respir Care, 2010, 55(4): 453-459.
- [11] Kwon J W. High-flow nasal cannula oxygen therapy in children: a clinical review[J]. Clin Exp Pediatr, 2020, 63(1): 3-7.
- [12] 韩玉玲, 程璐. 儿童呼吸系统疾病氧气治疗[J]. 中国实用儿科杂志, 2021, 36(3): 193-199.
- [13] Qin H, Jing G Q, Tan W, et al. Comparison of high-flow nasal cannula and conventional oxygen therapy for high-risk patients during bronchoscopy examination: protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2023, 24(1): 12.
- [14] Sharluyan A, Osona B, Frontera G, et al. High flow nasal cannula versus standard low flow nasal oxygen during flexible bronchoscopy in children: a randomized controlled trial[J]. Pediatr Pulmonol, 2021, 56(12): 4001-4010.
- [15] Carlens J, Fuge J, Price T, et al. Complications and risk factors in pediatric bronchoscopy in a tertiary pediatric respiratory center[J]. Pediatr Pulmonol, 2018, 53(5): 619-627.
- [16] Leiten E O, Martinsen E M, Bakke P S, et al. Complications and discomfort of bronchoscopy: a systematic review[J]. Eur Clin Respir J, 2016, 3: 33324.
- [17] Arias-Sanchez P P, Ledesma G, Cobos J, et al. Changes in oxygen saturation during fiberoptic bronchoscopy: high-flow nasal cannula versus standard oxygen therapy[J]. Respir Care, 2023, 68(6): 727-733.
- [18] Zhang W, Wang J L, Fu S, et al. Incidence of oxygen desaturation using a high-flow nasal cannula versus a facemask during flexible bronchoscopy in patients at risk of hypoxemia: a randomised controlled trial[J]. BMC Pulm Med, 2022, 22(1): 389.
- [19] Nolasco S, Manti S, Leonardi S, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy: physiological mechanisms and clinical applications in children[J]. Front Med (Lausanne), 2022, 9: 920549.
- [20] Ejiofor B D, Carroll R W, Bortcosh W, et al. PEEP generated by high-flow nasal cannula in a pediatric model[J]. Respir Care, 2019, 64(10): 1240-1249.

(本文编辑 丁迎春)