

Application of High-flow Oxygen Therapy in Severe Respiratory Diseases in Children

Yu Liang¹ Junli Li^{2*}

1. Graduate School of Inner Mongolia Medical University, Hohhot, Inner Mongolia, 010020, China

2. People's Hospital of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia, 010017, China

Abstract

Severe pneumonia in children is one of the main causes of death in children, and its key pathological and physiological changes are severe hypoxemia. Due to the underdeveloped and weakened immune system of children, they are prone to respiratory failure, increasing their mortality rate. Providing oxygen therapy is an important step in correcting hypoxemia and treating respiratory failure, and it plays an important role in improving the condition of children and increasing survival rates. The conventional oxygen therapy method has low inhaled oxygen concentration, which cannot meet the oxygen demand in severe cases, and poor comfort leads to poor treatment compliance, so its use in children is limited. In recent years, nasal high flow oxygen therapy has become a new respiratory support method, as it has good clinical effects, high tolerance and comfort, and constant and controllable flow rate. It has been widely used to treat severe respiratory diseases in pediatrics. Therefore, the current research status of nasal high flow oxygen therapy in critically ill patients at home and abroad in recent years is summarized as follows.

Keywords

high-flow nasal cannula oxygen therapy; severe pneumonia; acute respiratory distress syndrome; children

高流量氧疗在儿童重症呼吸疾病中的应用

梁钰¹ 李俊利^{2*}

1. 内蒙古医科大学研究生院, 中国·内蒙古 呼和浩特 010020

2. 内蒙古自治区人民医院, 中国·内蒙古 呼和浩特 010017

摘要

儿童重症肺炎是引起小儿病死的原因主要病因之一, 其关键的病理生理改变是严重低氧血症, 由于患儿发育不够完善免疫力低下, 极易容易合并呼吸衰竭, 增加患儿死亡率。给予氧疗是纠正低氧血症, 治疗呼吸衰竭中的一个重要环节, 其在改善患儿病情及提高生存率中具有重要作用。常规氧疗方法吸入氧浓度低, 病情严重时无法满足氧气需求, 且舒适性差导致治疗依从性差, 所以在儿童中的使用受到限制。近年来, 经鼻高流量氧疗技术已成为一个全新的呼吸支持方法, 因为临床效果较好, 耐受性和舒适性都较高, 且流量恒定可控, 已被广泛用来治疗儿科重症呼吸系统疾病。因此, 现就中国和其他国家近年来关于经鼻高流量氧疗法在重症患者中的研究现状综述如下。

关键词

经鼻高流量氧疗; 重症肺炎; 急性呼吸窘迫综合征; 儿童

1 引言

经鼻高流量氧疗 (high-flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC) 是指通过特定的加温加湿装置、将预设浓度的空气

【基金项目】内蒙古自治区科技计划项目: 经鼻高流量氧疗技术在儿童重症肺炎合并呼吸衰竭气道管理中的应用 (项目编号: 2021GG0122)。

【作者简介】梁钰 (1998-), 女, 中国内蒙古包头人, 在读硕士, 从事儿童重症监护研究。

【通讯作者】李俊利 (1981-), 男, 中国内蒙古凉城人, 硕士, 主任医师, 从事儿童重症监护研究。

混合气体加温至 37°C、湿化至 100% 后通过导管及无需密闭的鼻塞供给患者的一种氧疗方式^[1]。目前高流量氧疗技术因其自身优势已应用于中国和其他国家的成人及新生儿科中, 近几年在儿童中的应用呈上升趋势, 特别是在儿科重症监护室。鉴于 HFNC 的应用逐渐广泛, 论文的重点是论述儿童 HFNC 的作用机制、流量设置、适应症、并发症及在儿童重症肺炎及急性呼吸窘迫综合征中的临床应用研究。

2 高流量氧疗装置的原理及作用机制

2.1 原理

HFNC 主要提供流量范围可至 60L/min 并且湿度达 100% 的接近人体温度的空气混合气体。高流量氧疗系统组

成由以下三部分组成：文丘里空氧混合阀、加温湿化器、湿化氧疗加热丝管路。其主要使用原理在于文丘里空氧混合阀中的有特制喷射管，它可以将源氧的初始状态改变为高速涡流状，将周边的空气卷入其中，形成由空气和氧气混合而成的高流速的稀释氧气体，该气体的氧浓度同样可以在此环节进行调节，接下来将该气体送入湿化罐，并且在加温湿化器和湿化氧疗加热丝管路共同的作用下，形成了高流速的加温和加湿的空氧混合气体^[2]，随后经管路输送给患者，可缓解寒冷干燥的空气造成粘膜损伤所带来的不适感，减少支气管收缩，且湿润的气体可稀释痰液，促进了分泌物的清除。

2.2 作用机制

HFNC的作用机制主要依据其两大特点：一是高流量产生的正压通气作用；二是加温湿化作用。HFNC是根据临床情况设置高于吸气需求流量的空气流量，对呼吸道形成了一种正压通气作用，因此对上呼吸道也有了冲洗功能，从而降低鼻咽无效腔^[3]；高流量气体由于能够减少吸气的阻力，从而能够降低能量消耗；研究证实，HFNC可诱导气道正压，导致塌陷病变的肺泡重新扩张，从而提高肺泡有效通气，在改善患者氧合具有重要意义^[4-5]。此外，寒冷干燥的气体可刺激气道出现保护性收缩反应，加温湿化的气体可使气道湿润，从而缓解了支气管痉挛，提高气道传导性及肺顺应性，且温湿化气体可稀释气道分泌物，促进分泌物的排出，从而提高通气功能^[6]。

3 高流量氧疗的流量设置及导管选择：

高流量通常是指通过 HFNC 设备调整使吸入的气流速达到或超过患者最高吸气流速。研究报道根据患儿体重设定，建议新生儿和婴儿的流速为 2L/kg/min，而儿童的流速应接近 1L/kg/min，最大不超过 8~12L/min^[7]。HFNC 的流量设置目前中国由于并无可供参考的统一指南或共识，因此需要规范其应用，需要临床数据不断扩充。其初始浓度设置一般为 21%，在临床应用中，根据患儿的临床情况调整，使经皮血氧饱和度维持 92%~100%。鼻导管直径选择需根据患儿鼻孔内径大小选择合适的鼻导管，中国和其他国家建议鼻导管无需填满整个鼻腔，建议为鼻腔直径的一半时可以既保证疗效且舒适性良好，使保持鼻孔处于漏气状态，可以有效减少气压伤的发生^[8]。Ward 的研究表明早产儿和新生儿通常选用外径为 2.4mm 的鼻导管，而婴幼儿及较大儿童则建议鼻导管外径为 2.4~3.7mm^[9]。

4 高流量氧疗技术的适应症及并发症

4.1 适应症

经鼻高流量氧疗技术早在 21 世纪初首次出现在医学界应用于临床工作中。在其他国家，该种新型的无创呼吸支持方式，作为早产儿持续气道正压通气（continuous positive airway pressure, CPAP）的替代方法，初期应用于成人科室，后被证实疗效显著，逐步拓宽其应用领域，现 HFNC 已广

泛用于成人、儿童及新生儿的各类呼吸系统相关的疾病，并且在临床上面的应用价值得到了肯定，且 HFNC 的有效性和相对较高的安全性被认为是必不可少的重症监护设备^[10]。中国医师协会新生儿医师分会医学组共同制定新生儿高流量鼻导管给氧治疗指南（2022）中提到，HFNC 可作为替代 CPAP 的疗法，并且应用于新生儿的初级呼吸支持、拔管后的呼吸支持、早产儿呼吸暂停等；成人中主要适应症包括呼吸衰竭的呼吸支持、机械通气拔管后、心脏或胸腔术后呼吸支持、气管插管的预氧合、支气管镜中纠正低氧等^[11]。但其在幼儿及以上各期儿童的应用研究无指南及专家共识，临床应用依据临床医师的经验及研究报道，本综述重点论述 HFNC 在儿童重症肺炎及急性呼吸窘迫综合征这两种儿童常见重症疾病中的应用研究。

4.2 并发症

HFNC 提供高流速的气体产生正压通气的效果，正压通气可能会导致气压伤的发生，如会导致气胸、纵隔气肿等情况，但关于 HFNC 报道所致并发症较少见。另外，使用不适当的大套管也与气压伤有关，故在应用时需密切关注患儿情况，需根据鼻腔大小选择合适的套管。除此之外，HFNC 也会有导致患儿发生腹胀及鼻黏膜损伤的可能性，但较 CPAP 明显减低。其面部皮肤压疮的发生率很低^[12]。

5 高流量氧疗技术在儿童重症肺炎及急性呼吸窘迫综合征中的应用

5.1 重症肺炎

肺炎作为常见的儿童时期疾病，是中国住院儿童致死原因的第一大疾病，对儿童的健康产生了严重的威胁，由于儿童肺部发育不完善，免疫力较成人差，极易发展为重症肺炎，常常合并呼吸衰竭。随着氧疗技术的发展，其在改善患儿氧合方面具有越来越重要的作用。HFNC 最先使用于新生儿重症肺炎中，研究证明其疗效显著，匡少唐^[13]选取 80 例重症肺炎合并呼吸衰竭的患儿作为研究对象，随机分为两组，常规组予以普通气泡式氧气湿化装置进行双鼻塞吸氧，实验组则以高流量氧疗装置进行经鼻高流量吸氧。经过两组患儿的疗效对照，实验表明，HFNC 对于新生儿重症肺炎合并呼吸衰竭疗效明显优于常规吸氧，可以明显降低呼吸频率，调节血气分析，缓解临床症状，加快患儿病情恢复。孔菲等人研究 HFNC 在重症肺炎合并呼吸衰竭患儿中的疗效，研究选取 86 例重症肺炎伴呼吸衰竭患儿，CPAP 组和 HFNC 组各 43 例，观察分析两组疗效，研究得出 HFNC 可有效缓解重症肺炎伴呼吸衰竭患儿的临床症状，改善血气指标、肺功能及细胞因子水平。郭安研究 HFNC 在顽固性肺炎中的疗效，收集了 110 例患有顽固性肺炎的危重患者并随机将患者分为两组，常规吸氧组作为对照组，而 HFNC 组则作为观察组，分析得出，尽管经过吸氧治疗两组患者的呼吸指数评分都得到了改善，然而观察组患者的呼吸指数

Borg 评分、SGRQ 评分改善更明显, PaO₂、PaCO₂、RR、氧合指数均优于对照组, 再插管率低于对照组, 患者 ICU 滞留时间短于对照组, 该研究也表明了 HFNC 在重症肺炎及顽固性肺炎中具有积极的疗效。

目前较多报道均符合上述研究结果, 但临床样本均较小, 需不断完善临床数据, 查阅诸多文献, HFNC 应用于重症肺炎中有积极作用考虑与以下几方面有关: ① HFNC 能提供高流量气体, 不但满足患儿治疗所需的氧气浓度, 而且鼻咽部经高流量气体冲刷后残留的气体可以明显提高了通气效率, 从而提高氧疗效果。② HFNC 的作用类似持续性正压通气, 减少小气道和塌陷, 从而提高功能残气量, 提高氧合, 改善缺氧症状。③加温加湿的气体能稀释痰液, 降低痰液黏稠度, 促进患儿排痰。④患儿吸入寒冷干燥的气体需要消耗自身热量来加温加湿气体, HFNC 提供的加温加湿气体有助于患儿减少热量的消耗, 减轻身体负担。

5.2 急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS)

急性呼吸窘迫综合征是由多种病因所致急性肺损害, 导致渗透性肺水肿, 临床症状以呼吸窘迫及顽固性低氧血症为其主要特点, 故缓解呼吸窘迫症状、纠正低氧血症是治疗患儿该疾病的重要措施。诸多研究表明, HFNC 氧疗也可以缓解患儿呼吸窘迫症状, coletti 等调查了 PICU 中住院的 620 例使用 HFNC 治疗的儿童, 包括哮喘持续状态 (41%)、先天性心脏病伴呼吸窘迫 (10%), 研究指出 HFNC 能有效改善患儿的呼吸窘迫症状, 仅有 10.1% 的患儿需要升级呼吸支持疗法。Kelly 等报告了 HFNC 氧疗应用于 496 名呼吸窘迫儿童中可以明显有效缓解症状, 仅有 8% 的病例治疗失败需要升级呼吸支持。张讯、陈雪梅关于 HFNC 在成人 ARDS 综述报道, 对于中度 ARDS 患者, 早期应用 HFNC 疗效较重度 ARDS 患者效果更好, 且 HFNC 可避免 60% 的 ARDS 患者进一步升级呼吸支持行有创气管插管。黄蕴等回顾了新生儿重症监护室 74 例 ARDS 患儿, 该研究中分别采取了 HFNC 和 CPAP, 研究表明, 患儿 CO₂ 潴留在两种方法下均可得到改善, 低氧状态得到纠正, 患儿肺部的换气功能得到了提高, 然而 HFNC 组患儿的上机时间及氧疗时间明显低于 CPAP 组, 且鼻损伤和腹胀率也低于 CPAP 组, 该研究得出结论, HFNC 可以有效缓解 ARDS 患儿呼吸窘迫症状, 相较于其他无创通气支持疗法, 其改善氧合功能效率更高, 这也与其他文献报道 HFNC 用于 ARDS 新生儿的结论是一致的。分析原因, ① HFNC 产生的高流量气流可以扩张气道, 防止肺泡塌陷, 改善患儿缺氧症状; ②正压通气还可减少肺泡蛋白的渗出, 有助于表面活性物质性能的保存, 从而提高肺顺应性, 有效改善肺换气功能; ③ HFNC 装置提供的加温湿化气体, 减少患儿机体热量消耗, 且舒适性高, 利于患儿恢复自主呼吸功能, 加快患儿病情恢复。

6 结语

综上所述, 儿童重症各类呼吸系统的疾病治疗方案中使用 HFNC 可以起到积极作用, 其在儿童重症肺炎及呼吸窘迫综合征中, 疗效显著, 并发症少, 舒适性高。随着 HFNC 在儿科领域的应用逐渐广泛, 越来越多的随机对照临床研究也在证实 HFNC 的临床应用的有效性, 但其在临床应用中缺乏临床规范指南, 需不断完善。

除此之外, 儿科重症肺部疾病尤其是重症肺炎、中重度呼吸窘迫的患儿病情发展快, 很容易发生严重呼吸衰竭威胁患儿的生命, 如若不能及时升级呼吸支持疗法或气管插管, 则会对患儿不利, 故在临床使用中要密切关注患儿病情变化, 及时调整治疗方案, 升级呼吸支持疗法, 利于患儿病情恢复, 改善预后。

参考文献

- [1] 俞春梅, 朱保锋, 彭强, 等. 经鼻高流量氧疗在重症肺炎合并急性呼吸窘迫综合征患者中的应用研究[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(18):20-23+28.
- [2] 徐晨曦. 高流量氧疗的优势与临床应用研究进展[J]. 医疗装备, 2021, 34(14):182-184.
- [3] Möller W, Feng S, Domanski U, et al. Nasal high flow reduces dead space[J]. J Appl Physiol, 2017(122):191-197.
- [4] 胡语航, 蒋迎佳, 吴洪燕. 加温湿化高流量经鼻导管氧疗的作用机制及在儿科的应用[J]. 中国小儿急救医学, 2017, 24(3):220-225.
- [5] 刘奇, 庞晓倩, 李锋, 等. 早期经鼻高流量氧疗在呼吸困难伴低氧血症的急诊患者中的应用: 一项随机对照研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(3):356-363.
- [6] Goligher EC, Slutsky AS. Not Just Oxygen? Mechanisms of benefit from high-flow nasal cannula in hypoxemic respiratory failure[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2017(195):1128-1131.
- [7] 唐龙, 张晓文, 蔡盈. 经鼻高流量氧疗作用机制及其在儿科中的应用现状[J]. 齐鲁护理杂志, 2018, 24(20):97-100.
- [8] Chang CC, Lin YC, Chen TC, et al. High-Flow Nasal Cannula Therapy in Children With Acute Respiratory Distress With Hypoxia in A Pediatric Intensive Care Unit: A Single Center Experience[J]. Front Pediatr, 2021(9):664180.
- [9] Ward J J. High-flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients[J]. Respir Care, 2013, 58(1):98-122.
- [10] Drake MG. High-flow nasal cannula oxygen in adults: an evidence-based assessment[J]. Ann Am Thorac Soc, 2018(15):145-155.
- [11] 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国急诊专科医联体, 等. 急诊成人经鼻高流量氧疗临床应用专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(9):1041-1050.
- [12] Luo J, Duke T, Chisti MJ, et al. Efficacy of High-Flow Nasal Cannula vs Standard Oxygen Therapy or Nasal Continuous Positive Airway Pressure in Children with Respiratory Distress: A Meta-Analysis[J]. Pediatr, 2019(215):199-208.
- [13] 匡少唐. 经鼻导管高流量氧疗治疗新生儿重症肺炎合并呼吸衰竭的效果[J]. 临床医学, 2022, 42(6):54-56.