

· 综述 ·

无创高频振荡通气在新生儿呼吸衰竭治疗中的应用进展

翁生良¹综述, 王伟燕²审校

1. 金华市第五医院儿科, 浙江 金华 321000; 2. 浙江大学医学院附属儿童医院, 浙江 杭州 310051

摘要: 呼吸衰竭是新生儿尤其是早产儿常见的危重疾病, 也是导致新生儿死亡的主要因素之一。呼吸机作为辅助呼吸的一种有效手段, 能显著改善呼吸衰竭, 但传统机械通气容易引发一系列损伤及并发症, 因此临床上采用无创通气模式。无创高频振荡通气是一种新兴的无创通气模式, 采用鼻塞、面罩等代替气管插管将高频气流输送至气道, 有利于快速纠正通气血流比例失调, 减少二氧化碳潴留, 增加血氧饱和度, 降低并发症发生率, 降低撤机失败风险, 已被用于新生儿呼吸衰竭治疗。本文介绍无创高频振荡通气在呼吸衰竭新生儿呼吸支持中的应用及研究进展, 为治疗新生儿呼吸衰竭提供参考。

关键词: 无创高频振荡通气; 新生儿; 呼吸衰竭; 呼吸窘迫

中图分类号: R722 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-5087 (2022) 06-0586-04

Application of noninvasive high-frequency oscillatory ventilation in the treatment of neonatal respiratory failure: a review

WENG Shengliang¹, WANG Weiyan²

1. Department of Pediatrics, Jinhua Fifth Hospital, Jinhua, Zhejiang 321000, China;

2. The Children's Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: As a common critically illness among neonates and notably premature infants, respiratory failure is one of the major factors for neonatal deaths. Ventilator, an effective tool for assisted ventilation, is effective to remarkably improve respiratory failure; however, the conventional mechanical ventilation is likely to cause a series of injuries and complications. Therefore, noninvasive ventilation is commonly used in clinical practices. Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation is an emerging noninvasive respiratory, in which tracheal intubation is replaced with nasal plug and mask to transfer high-frequency airflow to the airway. It facilitates rapid correction of the imbalance of ventilation blood flow ratio, reduction of carbon dioxide retention, increase in oxygen saturation, and reduction in incidence of complications and risk of failure in ventilator withdrawal, which has been employed for the treatment of respiratory failure among neonates. The review describes the applications of noninvasive high-frequency oscillatory ventilation in respiratory support among neonates with respiratory failure, so as to provide insights into the management of respiratory failure among neonates.

Keywords: non invasive high-frequency oscillatory ventilation; neonate; respiratory failure; respiratory distress

呼吸衰竭作为新生儿常见的一种危重症, 是由多种因素引起的肺部弥漫性损伤, 主要表现为呼吸困难、呼吸次数增加等。呼吸衰竭患儿早期缺氧主要表现为心率增快、血压波动、面色发青或苍白; 急性严重缺氧时会出现烦躁, 进而发展为昏迷、惊厥^[1], 若未采取及时有效治疗, 可能会威胁患儿生命。呼吸机作为辅助呼吸的一种有效手段, 能显著

改善呼吸衰竭, 但有创机械通气与支气管肺发育不良、肺损伤密切相关, 为减少有创呼吸机治疗次数与时间, 临床上多采用无创通气模式^[2]。无创通气虽解决了机械性损伤问题, 但患儿仍然存在不同程度的二氧化碳潴留, 临床表现为出汗、皮肤潮红、眼结膜充血和意识障碍等。近年出现的无创高频振荡通气因为具有能有效实现气体交换, 降低二氧化碳潴留发生率的独特优势, 被广泛使用^[3]。本文对无创高频振荡通气在新生儿呼吸支持中的相关应用进展作一综述, 为治疗新生儿呼吸衰竭提供参考。

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2022.06.008

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划 (2021KY764)

作者简介: 翁生良, 本科, 副主任医师, 主要从事儿科急诊工作

通信作者: 王伟燕, E-mail: wwywilma@zju.edu.cn

1 无创高频振荡通气的优势

新生儿呼吸衰竭是重症监护室早产儿较为常见的一种呼吸生理功能障碍,分为:低氧血症型,又称一型呼吸衰竭,主要为肺实质病变;通气功能障碍,又称二型呼吸衰竭,动脉血气变化特点在于二氧化碳分压上升和氧分压降低,主要与肺内原因有关,例如呼吸道梗阻^[4-5]。对于已经出现呼吸衰竭的患儿或可能出现的高危儿,预防或治疗性地运用呼吸机支持治疗尤为重要。临床对呼吸衰竭新生儿的救治旨在尽量增加存活率,降低不良反应发生率。然而,长时间给予传统机械通气会引发一系列的损伤及并发症,例如呼吸机相关性肺炎、支气管肺发育不良和早产儿视网膜病变等^[6-7];体重低于1 500 g或胎龄不足30周的早产儿因身体基础条件差,极易发生继发性感染甚至败血症^[8],成为威胁早产儿生命及生活质量的重要问题。因此,如何设法减少有创呼吸机使用、降低采用传统机械通气引发的并发症成为对呼吸衰竭患儿呼吸支持治疗研究的重要课题。

无创通气全称为无创呼吸机辅助通气,具有创伤小、患者依从性高及适应证广等特点,常用于治疗各种急慢性呼吸衰竭,也可用于治疗各种肺部疾病^[9]。无创通气配置压力发动装置为患儿提供呼吸支持,患儿借助鼻部干预能够获取1~2种不同水平和频率的压力支持^[10]。

无创高频振荡通气是依托较低气道压力实施肺保护通气的一种无创通气模式,振荡频率为15~17 Hz^[11],利用分子弥散、泰勒型扩散等方法促使肺内气体弥散更充分,有利于改善患儿血氧饱和度,提升呼吸支持效果。无创高频振荡通气采用主动呼气原理,确保机体二氧化碳及时排出^[12],主要优点如下:(1)高安全性,可以避免无谓插管通气;(2)操作简单,只要患者能够自主呼吸,任何时候均可给予高频振荡通气支持,甚至可以间隔接受治疗;(3)高效率清除二氧化碳,尤其是早期进行尝试性干预,有利于防止长期二氧化碳潴留。目前,无创高频振荡通气主要用于治疗早产呼吸衰竭新生儿和插管通气失败患儿。TANA等^[13]研究发现,无创高频振荡通气用于患儿撤机后持续治疗,有助于患儿早日脱离呼吸机,降低远期肺损伤并发症发生率。娄五斌等^[14]以65例早产儿为对象的研究结果表明,经鼻无创高频振荡通气组患儿二氧化碳潴留及呼吸暂停发生率较低,且未出现严重不良反应。

2 无创高频振荡通气应用及研究进展

2.1 无创高频振荡通气与新生儿血气指标 无创高频振荡通气可以及时排除患儿肺内二氧化碳,增加血氧饱和度,改善患儿肺功能,防止再次上机^[15],效果优于持续气道正压通气^[16]。有研究表明,采用无创高频振荡通气模式有利于减少气管插管率及总用氧时间,增加血氧饱和度的同时降低血液二氧化碳浓度^[17]。与传统机械通气模式相比,无创高频振荡通气无需与患儿自主呼吸实现同步,患儿能同时开展正常的潮式呼吸,及时清除肺内二氧化碳,增加血氧饱和度^[18]。经鼻间歇正压通气和无创高频振荡通气在提高患儿肺氧合能力方面均具有显著效果,但无创高频振荡通气组患儿低氧血症、高碳酸血症的发生率较经鼻间歇正压通气组明显减少,无创高频振荡通气在改善通气功能方面更有优势^[19]。

2.2 无创高频振荡通气与 Clara 细胞分泌蛋白(CC16)及Ⅱ型肺泡表面抗原6(KL-6)水平 CC16作为支气管肺泡灌洗液内比较丰富的蛋白质,用于监测肺部血气屏障完整性,在一定程度上抑制炎症介质表达,发挥抗炎作用^[20]。KL-6是Ⅱ型肺泡上皮细胞内的炎症介质,如果肺部细胞出现损伤,Ⅰ型肺泡上皮细胞大量凋亡,促使Ⅱ型细胞代偿增加,KL-6表达水平升高,导致外周血KL-6水平升高^[21]。CC16、KL-6水平与呼吸衰竭患儿肺损伤的严重程度呈正相关关系,有利于检测由机械通气引起的肺损伤,可用作病情评估的参考指标^[22]。原静等^[21]研究证实,采用无创高频振荡通气治疗,有利于减轻呼吸衰竭患儿炎症反应,降低CC16及KL-6水平。

2.3 无创高频振荡通气治疗呼吸窘迫综合征 呼吸窘迫是导致早产儿死亡的主要原因,该病症与肺表面活性物质分泌不足有关^[23]。临床给予机械通气有利于促进患儿肺换气,改善肺泡通气;但若通气压力较低,则治疗效果不明显;通气压力过高,会增加肺泡内压力,损害肺功能,严重时引起慢性肺疾病^[24]。呼吸窘迫综合征早产儿采用无创高频振荡通气治疗有利于缩减有创呼吸机使用时间,降低并发症发生率。郝新华等^[25]采用高频振荡机械通气序贯经鼻间歇通气模式治疗呼吸窘迫综合征早产儿,患儿的动脉血气指标得到改善,炎症及并发症发生率降低。贾耀丽等^[26]选择100例低体重、呼吸窘迫综合征早产儿为研究对象,给予无创高频振荡通气的患儿72 h内撤机率和二氧化碳分压均明显高于接受经鼻间歇正压通气患儿。李翠柳等^[27]研究指出,与鼻塞式间歇正压

通气比较,无创高频振荡通气用于呼吸窘迫综合征患儿拔管后的呼吸支持具有安全性高、腹胀及鼻损伤发生率低等优点,治疗效果更好。

3 无创高频振荡通气发展趋势

无创高频振荡通气是一种新的呼吸支持模式,用于早产儿撤机之后的呼吸支持,其治疗效果与安全性在临床上已得到证实^[28]。当患儿采用经鼻持续气道正压通气治疗失败后,实施无创高频振荡通气能获得较好效果,不仅可以防止气管插管导致的损伤,也能减少呼吸机相关性肺炎等疾病发生^[24]。临床试验表明,无创高频振荡通气的主要不良反应为气道高黏性分泌物及该分泌物导致的上呼吸道阻塞和腹胀^[29];并且由于接触界面类似于经鼻持续气道正压通气,也存在鼻中隔黏膜损伤等较轻微不良反应。虽然目前在极低出生体重患儿的早期治疗上缺少大样本临床试验数据,但无创高频振荡通气将在危重早产儿救治中发挥重要作用。

综上所述,无创高频振荡通气能快速改善呼吸衰竭患儿的供氧情况和呼吸困难症状,有效清除二氧化碳并维持酸碱平衡,具有广阔的应用前景,是今后新生儿呼吸衰竭治疗领域值得研究的方向。

参考文献

- [1] 张岚. 小儿呼吸衰竭人工机械通气的护理方法及效果评价 [J]. 系统医学, 2018, 3 (8): 182-184.
ZHANG L. Nursing methods and effect evaluation of artificial mechanical ventilation in children with respiratory failure [J]. Syst Med, 2018, 3 (8): 182-184.
- [2] 李子叶. 无创高频通气应用于新生儿急性呼吸窘迫综合征撤机后呼吸支持的效果评价 [J]. 首都食品与医药, 2020, 27 (24): 38-39.
LI Z Y. Evaluation on effects of non-invasive high-frequency ventilation on respiratory support for neonatal acute respiratory distress syndrome after removal of ventilator [J]. Cap Food Med, 2020, 27 (24): 38-39.
- [3] 陈飞燕, 程健国, 林凌云. 无创高频振荡通气和 CPAP 通气模式治疗新生儿呼吸窘迫综合征效果对比 [J]. 中外医学研究, 2021, 19 (20): 164-167.
CHEN F Y, CHENG J G, LIN L Y. Comparison of noninvasive high frequency oscillatory ventilation and CPAP ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome [J]. Chin Foreign Med Res, 2021, 19 (20): 164-167.
- [4] 刘颖, 聂川, 颜慧恒, 等. 经鼻无创高频振荡通气与持续气道正压通气在早产儿呼吸窘迫综合征初始治疗中的效果比较 [J]. 广东医学, 2020, 41 (3): 229-233.
LIU Y, NIE C, YAN H H, et al. Nasal high-frequency oscillatory ventilation versus nasal continuous positive airway pressure in preterm infants with respiratory distress syndrome [J]. Guangdong Med J, 2020, 41 (3): 229-233.
- [5] 李欢欢, 朱兴旺, 汪万军. 无创高频振荡通气在早产儿有创机械通气撤机后呼吸支持效果的随机对照研究 [J]. 第三军医大学学报, 2019, 41 (17): 1688-1692.
LI H H, ZHU X W, WANG W J. Efficacy of non-invasive high frequency oscillatory ventilation as post-extubation respiratory support in preterm neonates: a randomized controlled trial [J]. J Army Med Univ, 2019, 41 (17): 1688-1692.
- [6] 张素果, 金迪. 整体护理在新生儿窘迫综合征持续性通气患儿中的应用效果 [J]. 中国民康医学, 2021, 33 (16): 186-188.
ZHANG S G, JIN D. Effects of comprehensive nursing on neonatal respiratory distress syndrome in continuous ventilation [J]. Med J Chin People Health, 2021, 33 (16): 186-188.
- [7] 陆艺, 李双双, 余章斌. 无创通气在早产儿呼吸系统疾病中的研究进展 [J]. 医学综述, 2020, 26 (3): 535-539.
LU Y, LI S S, YU Z B. Research progress in noninvasive ventilation for respiratory disease in premature infants [J]. Med Recapitulate, 2020, 26 (3): 535-539.
- [8] 杨丽, 易明, 彭周杰, 等. 无创高频振荡通气在极低出生体重儿呼吸窘迫综合征的早期应用 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36 (20): 1555-1558.
YANG L, YI M, PENG Z J, et al. Early application of non-invasive high frequency oscillatory ventilation in very low birth weight infants with respiratory distress syndrome [J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2021, 36 (20): 1555-1558.
- [9] 陈振, 芦起. 无创高频振荡通气治疗新生儿呼吸窘迫综合症的进展 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2020, 20 (32): 148-149.
CHEN Z, LU Q. The progress of the treatment in neonatal respiratory distress syndrome by noninvasive high frequency oscillating ventilation [J]. World Latest Med Inf, 2020, 20 (32): 148-149.
- [10] 冯炳棋. 无创高频振荡通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征的效果及对 PaO₂、PaCO₂ 的影响 [J]. 中外医学研究, 2020, 18 (12): 24-26.
FENG B Q. Effect of noninvasive high frequency oscillatory ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome and its influence on PaO₂ and PaCO₂ [J]. Chin Foreign Med Res, 2020, 18 (12): 24-26.
- [11] KLOTZ D, SCHNEIDER H, SCHUMANN S, et al. Non-invasive high-frequency oscillatory ventilation in preterm infants: a randomised controlled cross-over trial [J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2018, 103 (4): F1-F5.
- [12] IRANPOUR R, ARMANIAN A M, ABEDI A R, et al. Nasal high-frequency oscillatory ventilation (nHFOV) versus nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) as an initial therapy for respiratory distress syndrome (RDS) in preterm and near-term infants [J/OL]. BMJ Paediatr Open, 2019, 3 (1) [2022-03-29]. <https://bmjpaedsopen.bmj.com/content/3/1/e000443>. DOI: 10.1136/bmjpo-2019-000443.
- [13] TANA M, LIO A, TIRONE C, et al. Extubation from high-frequency oscillatory ventilation in extremely low birth weight infants:

- a prospective observational study [J/OL]. *BMJ Paediatr Open*, 2018, 2 (1) [2022-03-29]. <https://bmjpaedsopen.bmj.com/content/2/1/e000350>. DOI: 10.1136/bmjpo-2018-000350.
- [14] 娄五斌, 张卫星, 员丽, 等. 无创高频振荡通气和双水平正压通气在早产儿呼吸窘迫综合征中的临床应用效果比较研究 [J]. *中国全科医学*, 2018, 21 (16): 1983-1988.
LOU W B, ZHANG W X, YUAN L, et al. Comparative study of non-invasive high-frequency oscillatory ventilation and bilevel positive airway pressure ventilation for preterm infants with respiratory distress syndrome [J]. *Chin Gen Pract*, 2018, 21 (16): 1983-1988.
- [15] 朱兴旺, 闫军, 冉琴, 等. 无创高频振荡通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征的初步研究 [J]. *中华新生儿科杂志*, 2017, 32 (4): 291-294.
ZHU X W, YAN J, RAN Q, et al. A pilot study of the treatment in neonatal respiratory distress syndrome by noninvasive high-frequency oscillating ventilation [J]. *Chin J Neonatol*, 2017, 32 (4): 291-294.
- [16] 赵金章, 刘玲, 张莉, 等. 无创高频振荡通气与经鼻持续气道正压通气在新生儿呼吸窘迫综合征初始治疗中的疗效评价 [J]. *陕西医学杂志*, 2019, 48 (11): 1461-1463, 1467.
ZHAO J Z, LIU L, ZHANG L, et al. Evaluation of initial treatment effects of noninvasive high-frequency oscillating ventilation and nasal continuous positive airway pressure on neonatal respiratory distress syndrome [J]. *Shaanxi Med J*, 2019, 48 (11): 1461-1463, 1467.
- [17] 周丽芳, 龚晓琴, 侯彰华, 等. 无创高频振荡通气在新生儿呼吸窘迫综合征的临床应用 [J]. *湘南学院学报 (医学版)*, 2019, 21 (4): 36-38.
ZHOU L F, GONG X Q, HOU Z H, et al. Clinical application of noninvasive high-frequency oscillating ventilation to neonatal respiratory distress syndrome [J]. *J Xiangnan Univ (Med Sci)*, 2019, 21 (4): 36-38.
- [18] 曹亚芹, 李焱, 董玉斌, 等. 无创高频通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征临床疗效分析 [J]. *临床急诊杂志*, 2019, 20 (3): 216-219.
CAO Y Q, LI Y, DONG Y B, et al. Clinical analysis of noninvasive high frequency ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome [J]. *J Clin Emerg Call*, 2019, 20 (3): 216-219.
- [19] 陈霞. 无创高频振荡通气和经鼻间歇正压通气在治疗新生儿呼吸衰竭中的有效性和安全性分析 [J]. *中国医学工程*, 2019, 27 (10): 21-24.
CHEN X. Efficacy and safety of noninvasive ventilation in treatment of respiratory failure in premature infants [J]. *China Med Eng*, 2019, 27 (10): 21-24.
- [20] PERI A, MIRKOVI C, VOJVODI D. Clara cell protein 16 release from the nasal mucosa in allergic rhinitis, chronic rhinosinusitis, and exposure to air pollutants [J]. *Arh Hig Rada Toksikol*, 2018, 69 (3): 215-219.
- [21] 原静, 李书芳, 李亚菲, 等. 无创高频振荡通气对新生儿呼吸衰竭外周血 CC16 与 KL-6 表达的影响 [J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30 (4): 93-97.
YUAN J, LI S F, LI Y F, et al. Effect of nHFOV on the level of CC16 and KL-6 in neonatal acute respiratory failure [J]. *China J Mod Med*, 2020, 30 (4): 93-97.
- [22] 曾宪飞, 卢东雪, 张西京, 等. 5 种血清学标志物对急性呼吸窘迫综合征的诊断和预后预测价值 [J]. *西安交通大学学报 (医学版)*, 2019, 40 (4): 588-592, 618.
ZENG X F, LU D X, ZHANG X J, et al. Predictive and prognostic evaluation of five serum markers for acute respiratory distress syndrome [J]. *J Xi'an Jiaotong Univ (Med Sci)*, 2019, 40 (4): 588-592, 618.
- [23] 王文英, 李艳阳, 王莹莹. 新生儿呼吸窘迫综合征用肺表面活性物质联合机械通气治疗的效果观察 [J]. *医药论坛杂志*, 2021, 42 (17): 40-43.
WANG W Y, LI Y Y, WANG Y Y. Clinical effect of pulmonary surfactant combined with mechanical ventilation in treatment of neonatal respiratory distress [J]. *J Med Forum*, 2021, 42 (17): 40-43.
- [24] 吴海涛. 鼻塞式持续气道正压通气和常频机械通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征的临床疗效观察 [J]. *中国社区医师*, 2021, 37 (33): 60-61.
WU H T. Observation on the clinical effect of nasal congestion continuous positive airway pressure and regular frequency mechanical ventilation in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome [J]. *Chin Community Doct*, 2021, 37 (33): 60-61.
- [25] 郝新华, 贺红岩, 王梦莹. 高频振荡通气序贯不同无创通气模式治疗早产儿呼吸窘迫综合征的效果分析 [J]. *中国临床医生杂志*, 2020, 48 (7): 865-868.
HAO X H, HE H Y, WANG M B. The effect analysis of various sequential mode of high-frequency oscillating ventilation in the treatment of premature infants with respiratory distress syndrome [J]. *Chin J Clin*, 2020, 48 (7): 865-868.
- [26] 贾耀丽, 赵惯军, 张矿召. 不同通气模式在呼吸窘迫综合征低体质量早产儿拔管撤机后的应用效果比较 [J]. *中国实用医刊*, 2021, 48 (12): 49-52.
JIA Y L, ZHAO G J, ZHANG K Z. Effect of different ventilation modes on low birth weight premature infants with respiratory distress syndrome after extubation and weaning [J]. *Chin J Pract Med*, 2021, 48 (12): 49-52.
- [27] 李翠柳, 高薇薇, 沈永珍, 等. 无创高频通气在新生儿拔管后呼吸支持中的应用 [J]. *齐鲁护理杂志*, 2018, 24 (4): 41-43.
LI C L, GAO W W, SHEN Y Z, et al. The application of noninvasive high-frequency oscillating ventilation to the neonatal respiratory support after extubation [J]. *J Qilu Nurs*, 2018, 24 (4): 41-43.
- [28] 姚婧婧. 无创呼吸机辅助通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征的临床研究 [J]. *甘肃医药*, 2021, 40 (12): 1096-1097, 1100.
YAO J J. The clinical application of assist ventilation treatment of noninvasive respirators to neonatal respiratory distress syndrome respiratory support after extubation [J]. *Gansu Med J*, 2021, 40 (12): 1096-1097, 1100.
- [29] FISCHER H S, BOHLIN K, BÜHRER C, et al. Nasal high-frequency oscillation ventilation in neonates: a survey in five European countries [J]. *Eur J Pediatr*, 2015, 174 (4): 465-471.

收稿日期: 2022-03-01 修回日期: 2022-03-29 本文编辑: 徐文璐