

· 标准 · 方案 · 指南 ·

儿童无创持续气道正压通气临床 应用专家共识

中华医学会儿科学分会急救学组

中华医学会急诊医学分会儿科学组

中国医师协会儿童重症医师分会

无创持续气道正压通气(noninvasive continuous positive airway pressure, NCPAP)是在自主呼吸条件下,经鼻塞或面罩等方式提供一定的压力水平,使整个呼吸周期内气道均保持正压的通气方式。其无需建立有创人工气道,因而能减轻患儿痛苦,减少有创通气的并发症,目前已经成为临床上常用的辅助通气技术。为进一步推广和规范我国儿童 NCPAP 的临床应用,提高呼吸支持水平,减少不良反应和并发症,中华医学会儿科学分会急救学组、中华医学会急诊医学分会儿科学组和中国医师协会儿童重症医师分会参考国内外现有指南和临床研究成果并检索 PubMed、Medline、中文相关数据库(清华同方、万方数据库、维普中文科技期刊数据库),检索日期截止到 2016 年 5 月,制定出本专家共识。由于新生儿有其自身特点,本专家共识仅适用于新生儿以外的儿童患者。

一、NCPAP 作用原理

NCPAP 仅提供一定恒定的压力支持,不提供额外通气功能,患者的呼吸形态包括呼吸频率、呼吸幅度、呼吸流速和潮气量等完全自行控制,NCPAP 作用原理包括以下几方面^[1-3]。

1. 改善肺部气体交换功能:NCPAP 通过保持呼吸道正压,使已经或将要萎陷的肺泡扩张,增加功能残气量,改善通气血流比例失调;同时减轻肺泡毛细血管淤血和渗出,减轻肺水肿;改善肺部氧合,降低肺泡-动脉血氧分压差,纠正低氧血症。

2. 改善肺部通气功能:通过维持上气道开放,防止或逆转小气道闭合,降低气道阻力,改善肺部

通气。

3. 降低呼吸功:使肺顺应性增加,气道开放阻力降低,可降低呼吸功,减轻呼吸肌疲劳。

4. 改善膈肌功能:能稳定胸壁,减少胸腹不协调的呼吸运动,改善膈肌功能。

5. 降低肺血管阻力:通过扩张萎陷的肺泡,使肺泡在功能残气量时开放,肺血管阻力降低。在左向右分流的先天性心脏病中,NCPAP 可使肺泡内压增加,减小分流,使肺血流量减少,降低肺血管阻力,可改善右心功能。

二、NCPAP 应用指征和禁忌证

1. 应用指征:目前尚无儿童使用 NCPAP 的统一指征。凡应用 NCPAP 者,其呼吸中枢的驱动功能必须正常,患儿应具有较好的自主呼吸能力。NCPAP 主要应用于呼吸衰竭的早期干预,也可用于辅助撤机。对于有明确有创通气指征者,不宜应用 NCPAP 替代气管插管机械通气。临床上出现以下情况时可考虑使用^[4-5]:(1)轻至中度的呼吸困难,表现为呼吸急促,出现三凹征及鼻翼煽动,皮肤发绀。(2)动脉血气异常:pH 值 < 7.35,动脉血二氧化碳分压(PaCO_2) > 45 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)或动脉血氧分压/吸入氧浓度(P/F) < 250 mmHg。

2. 禁忌证:(1)心跳或呼吸停止;(2)自主呼吸微弱,频繁呼吸暂停;(3)气道分泌物多,咳嗽无力,气道保护能力差,误吸危险性高;(4)失代偿性休克;(5)大量上消化道出血;(6)频繁呕吐;(7)鼻咽腔永久性的解剖异常;(8)颈面部创伤、烧伤及畸形;(9)近期面部、颈部、口腔、咽腔、食管及胃部手术后;(10)先天性膈疝。

三、NCPAP 在各种疾病中的应用

1. 毛细支气管炎:是婴幼儿呼吸衰竭的常见原因。婴幼儿气管和支气管比较狭小,其黏膜易受感

DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2016.09.004

基金项目:国家科技支撑计划课题(2013BA109B11)

通信作者:钱素云,100045 首都医科大学附属北京儿童医院重症医学科,Email:syqian1211@163.com;祝益民,410005 长沙,湖南省人民医院儿科,Email:cszhuyimin@163.com

染或其他刺激而充血肿胀,引起气道狭窄。由于气道狭窄导致气道阻力增加,呼吸功增加,易发生呼吸肌疲劳,导致急性 CO_2 潴留和低氧血症。对毛细支气管炎引起的轻-中度呼吸衰竭患者,可使用 NCPAP^[5-7]。

2. 支气管肺炎:由于解剖和生长发育的原因,婴幼儿和儿童肺炎易引起呼吸衰竭。对支气管肺炎合并轻-中度呼吸衰竭患者可使用 NCPAP^[8-9]。

3. 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (obstructive sleep apnea syndrome, OSAS):是指以呼吸暂停或低通气为特征的睡眠呼吸疾病,由于持续反复阻塞性呼吸暂停造成的 PaCO_2 升高和血氧分压 (PaO_2) 下降, NCPAP 是治疗 OSAS 的方法之一。一些不适宜手术治疗和部分术后仍有呼吸暂停表现的 OSAS 患儿,也可进一步应用 NCPAP 缓解呼吸暂停症状^[10-12]。多数 OSAS 患儿对 NCPAP 治疗耐受性好,适合长期家庭治疗。但开始使用时应在睡眠中心的多导睡眠图监测下进行,有利于选择最合适的 NCPAP 压力水平,评估治疗效果。

4. 急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS):是由多种非心源性原因引起肺毛细血管内皮细胞和肺泡上皮细胞损伤,造成弥漫性肺间质和肺泡水肿,导致的急性呼吸衰竭。其病理生理特征是肺泡-毛细血管内皮通透性增高,形成肺泡及肺间质水肿,导致肺容积减少、功能残气量降低、肺顺应性降低、严重的通气血流比例失调。无创通气治疗儿童 ARDS 的证据较少。对存在 ARDS 危险因素的患儿早期使用 NCPAP 可改善肺部气体交换和降低呼吸功。对轻度 ARDS,尤其是伴有免疫功能受损的患者,使用 NCPAP 治疗可以降低气管插管几率,但 NCPAP 不适用于中-重度 ARDS^[13]。

5. 心源性肺水肿:是由于左心室功能不全引起液体聚积在肺间质和肺泡腔内,肺顺应性降低,通气氧合受影响。NCPAP 通过降低跨肺压、减少呼吸做功和减轻左心室后负荷等,可以改善心肺功能,改善肺部氧合,其有效性和安全性已得到临床验证, NCPAP 可作为急性心源性肺水肿的辅助治疗^[14-15]。

6. 气管支气管软化症:是由于先天发育异常或后天各种原因导致气管支气管缺乏应有的软骨硬度和支撑力造成管腔不同程度塌陷的一种病理现象。患儿呼吸时出现喘息现象,呼气费力。NCPAP 通过提供支撑压力,减轻气道狭窄程度,降低呼吸功,改善通气^[16-17]。

四、在有创通气撤机过程中的应用

常规撤机过程是从有创通气过渡到单纯氧疗。撤机拔管后出现呼吸衰竭而再次进行气管插管可明显加重病情,增加病死率^[18]。NCPAP 作为过渡性或降低强度的辅助通气方法,可帮助实现提早撤机拔管,并减少撤机失败率^[19]。

撤机后使用 NCPAP 分为 3 种情况:(1)原发病好转,呼吸机参数下调至低水平,但尚未完全达到常规有创通气撤机标准时提前撤机拔管,把 NCPAP 作为机械通气序贯治疗的一部分,拔管后立即使用 (有创-无创序贯策略);(2)达到撤机标准后撤机拔管,立即预防性使用 NCPAP 防止呼吸衰竭发生,达到顺利撤机拔管目的;(3)达到撤机标准撤机拔管后行常规氧疗,待出现气促、呼吸窘迫后再治疗性使用 NCPAP (补救策略)^[19]。拔管后立即使用 NCPAP 可有效提高撤机成功率,减少再插管率。

五、NCPAP 设备装置

1. 通气装置:包括儿科专用 NCPAP 装置、无创通气呼吸机和带有无创通气模式的多功能呼吸机。儿科专用 NCPAP 装置根据小婴儿生理特点设计,包括气泡式 NCPAP。无创通气呼吸机多内置空气压缩机,采用单回路系统,即有较好的漏气补偿功能。多功能呼吸机行无创通气模式时,采用双回路系统,虽有漏气补偿功能,但应尽量减少漏气^[1]。

2. 连接方式:鼻塞、鼻咽管、鼻罩、面罩和头罩。选择连接方式时应注意式样和规格,要保证它们适合患儿鼻腔大小和脸型。鼻塞容易固定且耐受性好,婴幼儿较常用,也比较容易护理。鼻罩和面罩适合较大儿童,婴幼儿使用受到一定限制。目前以鼻塞和鼻罩最常用,选择合适的连接方式是 NCPAP 成功的重要因素之一。

六、NCPAP 的使用方法

实施 NCPAP 的医护人员应掌握 NCPAP 的适应证、操作程序、监测指标、疗效判断方法及不良反应防治等。急性病患儿施行 NCPAP 可在急诊室、重症监护病房或其他专业病房进行。慢性病患儿可在睡眠监测中心或重症监护病房等试用并观察效果,待家属掌握相关操作技术后可安排在家庭长期应用,医护人员应给予技术支持。

1. 患者选择:选择标准主要基于临床综合判断,包括呼吸衰竭原因、呼吸困难程度、血流动力学状态、有无吞咽障碍、患儿配合程度及依从性、治疗目的、胸 X 线片和血气结果等。接受 NCPAP 治疗的患儿应是轻-中度呼吸衰竭而非严重呼吸衰竭和有

生命危险的患儿,另外实施 NCPAP 的场所应具有有创通气的能力。对一些神经肌肉疾患导致的慢性呼吸衰竭或睡眠呼吸暂停综合征的患者,应进行多导睡眠图监测,确切了解患者睡眠时呼吸暂停及低通气情况,并评估 NCPAP 的有效性。

2. 通气参数的初始化和适应性调节:选择最适合的压力是有效 NCPAP 治疗的基础。NCPAP 初调参数为:压力 4~6 cmH₂O (1 cmH₂O = 0.098 kPa),流量为婴儿 6~12 L/min,儿童 8~20 L/min,并根据肺部氧合情况设置吸入氧浓度 (FiO₂)。当 NCPAP 与患儿连接后,根据患儿呼吸及氧合变化等情况调节通气参数。如经皮氧饱和度仍低,可以每次 1~2 cmH₂O 的幅度逐渐增加压力,但最高压力一般不宜超过 10 cmH₂O。同时按每次 0.05~0.10 的幅度提高 FiO₂。若经皮氧饱和度维持稳定,应以 0.05 的幅度逐渐降低 FiO₂。如 FiO₂ < 0.35,经皮氧饱和度仍能维持,可按每次 1 cmH₂O 的幅度逐渐降低压力,直至 2~3 cmH₂O。若经临床评估判断 NCPAP 的疗效欠佳,1~2 h 病情无改善或继续加重,达到气管插管指征时应立即插管行有创通气。

3. 监护:密切监护是判断疗效、合理调节参数及发现并发症的重要措施,也是避免因 NCPAP 治疗无效而延误气管插管时机的重要环节。监护内容包括:(1)鼻塞、口或鼻面罩与患儿接触部位的漏气量,及时调整鼻塞、鼻或面罩位置及固定带松紧程度。(2)呼吸道护理:保持气道通畅,及时清理气道分泌物。(3)由于开始使用 NCPAP 时患儿会感到不适,导致烦躁、对抗,小婴儿可使用沙袋等适当限制头部运动,必要时应用镇静剂。对较大儿童应做好解释教育工作,以取得患儿的理解和配合,减少恐惧感,增加依从性。(4)监测呼吸频率、心率、经皮氧饱和度等变化,及时调节通气压力、流量和吸氧浓度。(5)胃管护理:因高流速供气或患儿啼哭使气体吞入胃内易导致腹胀,应留置胃管进行胃肠减压,避免腹胀导致横膈抬高影响患儿呼吸或胃内容物反流导致误吸。留置胃管也利于小婴儿经胃管喂养。

4. 疗效判断:注意观察患儿意识状态、呼吸频率、心率、血压等变化。NCPAP 治疗有效的表现包括:呼吸困难逐渐减轻,呼吸频率及心率逐渐正常,三凹征及鼻翼煽动减轻或缓解,听诊双肺进气音良好,发绀缓解,呼吸暂停好转。一般在施行 NCPAP 1~2 h 后复查血气以了解治疗效果。根据以上指标综合判断治疗效果,确定参数水平。应用 NCPAP 1~2 h 后,患儿病情无好转,应及时换用其他通气

方式^[20-22]。

5. NCPAP 疗程:如经 NCPAP 等治疗病情稳定,患儿临床症状逐渐好转,可以逐渐降低压力支持水平和吸入氧浓度。当压力降至 2~3 cmH₂O 和 FiO₂ < 0.35 时,患儿若无明显呼吸困难,能维持较好的血气指标,可试停 NCPAP,改鼻导管吸氧。若出现呼吸困难可重新连接继续行 NCPAP。

七、NCPAP 的不良反应和防治^[23]

1. 皮肤损伤:鼻塞、面罩或鼻罩固定太紧,压迫局部皮肤黏膜导致损伤,可表现为局部皮肤水肿、红斑、糜烂和感染,鼻中隔损伤甚至缺损。预防措施为选择大小合适的鼻塞,连接方式不要固定太紧。在颜面部受压部位贴敷料有助于预防皮肤压伤。

2. 漏气:漏气可以发生在所有接受 NCPAP 治疗的患儿。一是因 NCPAP 压力过高,二是因患儿依从性差。因此,使用中应动态监测患儿病情变化,经常检查是否存在漏气并及时调整鼻塞或鼻罩的位置,及时调整 NCPAP 压力,以预防和减少漏气的发生。

3. 腹胀:NCPAP 治疗时患儿容易吞入空气,高速气流也容易经食管进入胃肠而引起腹胀,严重者可阻碍膈肌运动影响呼吸。因此在保证疗效的前提下避免使用过高压。常规留置胃管进行胃肠减压可有效防止该并发症发生。

4. CO₂ 潴留:当 NCPAP 压力过高、肺泡过度扩张和呼气时间不足时,易导致潮气量减小和 CO₂ 潴留。若 NCPAP 时管道流速过低,患儿呼出的 CO₂ 不能及时排出,导致重复吸入,也导致 CO₂ 潴留。设置适当压力和流速可减少 CO₂ 潴留。

5. 误吸:胃部进气和腹胀容易呕吐导致误吸。适当的头高位或半坐卧,并在保证疗效的前提下适当降低压力,有利于减少误吸的危险性。

6. 对心血管功能影响:当 NCPAP 压力过高时,NCPAP 提供的正压可经肺间质转达至胸腔,胸腔内压随之升高,妨碍静脉血回流;肺过度膨胀可使肺血管阻力增加,使右心后负荷增加,最终心排量减少。设置适当压力,可减少对心血管功能的影响。NCPAP 压力达 10 cmH₂O 时可能影响心脏功能^[24]。

(曾健生 钱素云 许峰 陆国平 刘春峰 任晓旭 执笔)

参加本共识审定的专家(按单位笔画顺序排列):大连市儿童医院(陈爱勇);上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心(王莹);上海交通大学附属上海儿童医院(张育才);山东省立医院(孙正芸);广东省妇幼保健院(王波);广州市儿童医院(朱翠平);广东省中山市博爱医院(周涛);天津市儿童医院(黄敬孚、王晓敏);中国医科大学附属盛京医院(刘春峰、王晓茵);内蒙古自治区人民医院

(白玉新);北京大学第一医院(王颖);宁夏医科大学总医院(邱银萍);吉林大学第一医院(李玉梅);西安儿童医院(楚建平);成都市儿童医院(张国英);江西省儿童医院(徐南平);齐鲁儿童医院(李军);汕头大学第二医院(杨汉华);陆军总医院附属八一儿童医院(许焯);武汉市儿童医院(孙继民);青海省儿童医院(赵生奎);昆明医科大学附属儿童医院(肖曙芳);郑州市儿童医院(成怡冰);河北省儿童医院(霍习敏);哈尔滨医科大学附属二医院(张秋月);重庆医科大学附属儿童医院(许峰);复旦大学附属儿科医院(陆国平);首都儿科研究所附属儿童医院(任晓旭);首都医科大学附属北京儿童医院(钱素云、曾健生、高恒妙);浙江医科大学附属儿童医院(张晨美);深圳市儿童医院(何颜霞);深圳市宝安区妇幼保健院(刘纯义);湖南省人民医院(祝益民、张兵)

参 考 文 献

- [1] Morley SL. Non-invasive ventilation in paediatric critical care[J]. Paediatr Respir Rev, 2016 pii: S1526-0542(16)00028-2. (2016-03-14) [2016-06-01]. [http://www.prrjournal.com/article/S1526-0542\(16\)00028-2/](http://www.prrjournal.com/article/S1526-0542(16)00028-2/). DOI: 10.1016/j.prrv.2016.03.001.
- [2] Kallet RH, Diaz JV. The physiologic effects of noninvasive ventilation[J]. Respir Care, 2009, 54(1):102-115.
- [3] Gupta S, Donn SM. Continuous positive airway pressure: Physiology and comparison of devices[J]. Semin Fetal Neonatal Med, 2016, 21(3): 204-211. DOI: 10.1016/j.siny.2016.02.009.
- [4] Wilson PT, Morris MC, Biagas KV, et al. A randomized clinical trial evaluating nasal continuous positive airway pressure for acute respiratory distress in a developing country[J]. J Pediatr, 2013, 162(5):988-992. DOI: 10.1016/j.jpeds.2012.10.022.
- [5] Oymar K, Bårdsen K. Continuous positive airway pressure for bronchiolitis in a general paediatric ward; a feasibility study[J]. BMC Pediatr, 2014, 14:122. (2014-05-12) [2016-03-16]. <http://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2431-14-122>. DOI: 10.1186/1471-2431-14-122.
- [6] Milési C, Matecki S, Jaber S, et al. 6 cmH₂O continuous positive airway pressure versus conventional oxygen therapy in severe viral bronchiolitis: a randomized trial[J]. Pediatric Pulmonology, 2013, 48(1):45-51. DOI: 10.1002/ppul.22533.
- [7] Essouri S, Durand P, Chevret L, et al. Optimal level of nasal continuous positive airway pressure in severe viral bronchiolitis[J]. Intensive Care Med, 2011, 37(12):2002-2007. DOI: 10.1007/s00134-011-2372-4.
- [8] Chisti MJ, Salam MA, Smith JH, et al. Bubble continuous positive airway pressure for children with severe pneumonia and hypoxaemia in Bangladesh: an open, randomised controlled trial[J]. Lancet, 2015, 386(9998):1057-1065. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60249-5.
- [9] Bernet V, Hug MI, Frey B. Predictive factors for the success of noninvasive mask ventilation in infants and children with acute respiratory failure[J]. Pediatr Crit Care Med, 2005, 6(6):660-664.
- [10] Marcus CL, Brooks LJ, Draper KA, et al. Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome[J]. Pediatrics, 2012, 130(3):576-584. DOI: 10.1542/peds.2012-1671.
- [11] Ramirez A, Khirani S, Aloui S, et al. Continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation adherence in children[J]. Sleep Med, 2013, 14(12):1290-1294. DOI: 10.1016/j.sleep.2013.06.020.
- [12] Wallis C, Paton JY, Beaton S, et al. Children on long-term ventilatory support: 10 years of progress[J]. Arch Dis Child, 2011, 96(11):998-1002. DOI: 10.1136/adc.2010.192864.
- [13] Essouri S, Carroll C. Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Noninvasive support and ventilation for pediatric acute respiratory distress syndrome: proceedings from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference[J]. Pediatr Crit Care Med, 2015, 16(5 Suppl 1):S102-110. DOI: 10.1097/PCC.0000000000000437.
- [14] Vital FM, Ladeira MT, Atallah AN. Non-invasive positive pressure ventilation (NCPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2013, (5):CD005351. DOI: 10.1002/14651858.CD005351.pub3.
- [15] Yaman A, Kendirli T, Ödek Ç, et al. Efficacy of noninvasive mechanical ventilation in prevention of intubation and reintubation in the pediatric intensive care unit[J]. J Crit Care, 2016, 32:175-181. DOI: 10.1016/j.jcrc.2015.12.013.
- [16] Davis S, Jones M, Kisling J, et al. Effect of continuous positive airway pressure on forced expiratory flows in infants with tracheomalacia[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1998, 158(1):148-152.
- [17] Panitch HB, Allen JL, Alpert BE, et al. Effects of NCPAP on lung mechanics in infants with acquired tracheobronchomalacia[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1994, 150(5 Pt 1):1341-1346.
- [18] Farias JA, Alia I, Retta A, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children[J]. Intensive Care Med, 2002, 28(6):752-757.
- [19] Mayordomo-Colunga J, Medina A, Rey C, et al. Non invasive ventilation after extubation in paediatric patients: a preliminary study[J]. BMC Pediatr, 2010, 10:29. DOI: 10.1186/1471-2431-10-29.
- [20] Munoz-Bonet JJ, Flor-Macia'n EM, Brines J, et al. Predictive factors for the outcome of noninvasive ventilation in pediatric acute respiratory failure[J]. Pediatr Crit Care Med, 2010, 11(6):675-680. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3181d8e303.
- [21] Dohna-Schwake C, Stehling F, Tschiedel E, et al. Noninvasive ventilation on a pediatric intensive care unit: feasibility, efficacy, and predictors of success[J]. Pediatr Pulmonol, 2011, 46(11):1114-1120. DOI: 10.1002/ppul.21482.
- [22] Mayordomo-Colunga J, Pons M, Lopez Y, et al. Predicting non-invasive ventilation failure in children from the SpO₂/FiO₂ (SF) ratio[J]. Intensive Care Med, 2013, 39(6):1095-1103. DOI: 10.1007/s00134-013-2880-5.
- [23] Carron M, Freo U, BaHammam AS. Complications of non-invasive ventilation techniques: a comprehensive qualitative review of randomized trials[J]. Br J Anaesth, 2013, 110(6):896-914. DOI: 10.1093/bja/aet070.
- [24] Chadda K, Annane D, Hart N, et al. Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiac pulmonary edema[J]. Crit Care Med, 2002, 30(11):2457-2461.

(收稿日期:2016-06-12)

(本文编辑:李伟)