

论著·临床研究

儿童经鼻高流量氧疗呼吸支持 早期失败的高危因素分析

刘洁^{1,2,3} 李德渊^{1,2} 刘忠强^{1,2} 卢国艳^{1,2} 黎小庆^{1,2} 乔莉娜^{1,2}

(1. 四川大学华西二院儿童重症监护室, 四川 成都 610041; 2. 四川大学华西临床医学院, 四川 成都 610041; 3. 出生缺陷与相关妇儿疾病教育部重点实验室, 四川 成都 610041)

[摘要] **目的** 探讨急性呼吸功能不全患儿经鼻高流量氧疗(HFNC)早期失败的高危因素。**方法** 回顾性分析2018年1~6月入住儿童重症监护室的123例行HFNC呼吸支持的急性呼吸功能不全患儿的临床资料。将住院期间无需升级呼吸支持方式,且成功撤离HFNC的患儿归为HFNC成功组(69例);其余患儿在住院期间需升级呼吸支持方式(54例),其中使用HFNC 48 h内升级呼吸支持方式的患儿归为HFNC早期失败组(46例)。采用多因素logistic回归分析评估分析HFNC早期失败的危险因素。**结果** HFNC早期失败组罹患休克、脓毒症、颅内高压综合征或多器官功能障碍综合征的比例显著高于HFNC成功组($P<0.05$)。早期失败组实施呼吸支持前的格拉斯哥昏迷评分、pH值、氧合指数均显著低于HFNC成功组($P<0.05$),而小儿死亡风险评分(PRISM评分)、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 比值显著高于HFNC成功组($P<0.05$)。多因素logistic回归分析显示,PRISM评分 >4.5 分和 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 比值 >0.64 是HFNC早期失败的独立危险因素(OR 分别为5.535、9.089, $P<0.05$)。**结论** PRISM评分 >4.5 分或 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 比值 >0.64 的急性呼吸功能不全患儿行HFNC早期失败的风险较高。

[中国当代儿科杂志, 2019, 21(7): 650-655]

[关键词] 急性呼吸功能不全;经鼻高流量氧疗;危险因素;儿童

High-risk factors for early failure of high-flow nasal cannula oxygen therapy in children

LIU Jie, LI De-Yuan, LIU Zhong-Qiang, LU Guo-Yan, LI Xiao-Qing, QIAO Li-Na. Pediatric Intensive Care Unit, West China Second Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China (Qiao L-N, Email: iaqiao@163.com)

Abstract: Objective To determine the high-risk factors for early failure of high-flow nasal cannula (HFNC) oxygen therapy in children with acute respiratory insufficiency (ARI). **Methods** The clinical data of 123 children with ARI were reviewed who received HFNC oxygen therapy in the pediatric intensive care unit from January to June, 2018. The children who did not require an upgrade of respiratory support during hospitalization and were successfully weaned from HFNC were classified as HFNC success group (69 cases). Of the remaining children (54 cases) who required an upgrade of their respiratory support during hospitalization, those that needed to upgrade their respiratory support within 48 hours of receiving HFNC were classified as early HFNC failure group (46 cases). Risk factors for early failure of HFNC were determined using multivariate logistic regression analysis. **Results** The incidence rates of shock, sepsis, intracranial hypertension syndrome, and multiple organ dysfunction syndrome were significantly higher in the early HFNC failure group than in the HFNC success group ($P<0.05$). Before implementation of respiratory support, the early HFNC failure group had significantly lower Glasgow coma score, pH value, and oxygenation index and significantly higher Pediatric Risk of Mortality (PRISM) score and $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ ratio than the HFNC success group ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that PRISM score >4.5 and $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ ratio >0.64 were independent risk factors for early HFNC failure ($OR=5.535$ and 9.089 respectively; $P<0.05$). **Conclusions** Pediatric ARI patients with PRISM score >4.5 or $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ ratio >0.64 have relatively high risk of early HFNC failure.

[Chin J Contemp Pediatr, 2019, 21(7): 650-655]

Key words: Acute respiratory insufficiency; High-flow nasal cannula oxygen therapy; Risk factor; Child

[收稿日期] 2019-01-02; [接受日期] 2019-04-28

[基金项目] 四川省学术和技术带头人培养支持项目[川人社办发(2017)919-23]; 四川省科技计划项目(2019YFS0245)。

[作者简介] 刘洁,女,硕士研究生,主治医师。

[通信作者] 乔莉娜,女,教授,主任医师。Email: iaqiao@163.com。

各种原因导致的急性呼吸功能不全是儿童重症监护室(PICU)常见的危急重症,由其引起的低氧血症和/或高碳酸血症严重危及患儿的生命,因此,呼吸支持技术被广泛应用于各临床科室。近年来,随着对无创呼吸支持的临床研究与实践不断深入,无创呼吸支持已成为呼吸功能不全等疾病早期及紧急情况下的通气支持手段。经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannula, HFNC)作为一种无创呼吸支持通气模式,因操作简便、患儿舒适度好、便于护理,且发生鼻黏膜、鼻中隔损伤风险低等优点,同时避免了有创呼吸支持导致的呼吸机相关性肺损伤等并发症,在PICU中已广泛应用。国外研究显示,HFNC的使用能够减少气管插管有创机械通气的发生^[1],但在一项回顾性研究中发现,出生体重极低的婴儿使用HFNC呼吸支持失败会增加死亡或支气管肺发育不良的风险,增加呼吸系统发病率,延长住院时间^[2]。而危急重症儿童呼吸支持方式的选择并没有统一的标准,选择使用HFNC不当很可能会给危急重症患儿带来不良后果,值得深入探讨。本研究通过对比HFNC成功组与早期失败组急性呼吸功能不全患儿临床特征的不同,探讨HFNC早期失败的高危因素,为合理选择HFNC的使用提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析四川大学华西二院PICU 2018年1~6月收治的入院时即采用HFNC呼吸支持的123例急性呼吸功能不全患儿的临床资料(院外均未给予HFNC呼吸支持),其中69例住院期间无需升级呼吸支持方式,且成功撤离HFNC的患儿归为HFNC成功组;另外54例在住院期间需升级呼吸支持方式,将其中46例使用HFNC 48 h内升级呼吸支持方式的患儿归为HFNC早期失败组。

HFNC成功组初始参数:吸入氧浓度(FiO_2) 30%~80%,流量4~18 L/min。早期失败组HFNC初始参数: FiO_2 30%~100%,流量4~18 L/min。两组加温湿化吸入气体温度均为37℃,24 h不间断吸氧。两组患儿均根据血气分析结果调整参数,将动脉氧分压(PaO_2)维持在60~80 mm Hg,动脉二氧化碳分压(PaCO_2)维持在40~50 mm Hg,经皮氧饱和度(SpO_2)维持在90%以上。

1.2 诊断标准

急性呼吸功能不全定义为:安静状态下出现神志淡漠或烦躁不安、咳嗽无力、心率增快、呼吸急促(<2月龄:呼吸 ≥ 60 次/min;2~<12月龄:呼吸 ≥ 50 次/min;1~<5岁:呼吸 ≥ 40 次/min; ≥ 5 岁:呼吸 ≥ 30 次/min),口唇发绀、吸气性三凹征阳性或辅助呼吸肌参与呼吸运动,伴有未吸氧状态下血气分析 $\text{PaO}_2 < 8.0$ kPa (60 mm Hg)和/或 $\text{PaCO}_2 > 6.67$ kPa (50 mm Hg),或吸氧状态下氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) ≤ 300 ^[3-5]。

1.3 HFNC早期失败的定义

HFNC早期失败定义为:经HFNC治疗[氧浓度 $\geq 60\%$,氧流量 ≥ 2 L/(kg·min),最高不超过20 L/min] 48 h内仍意识障碍、烦躁不安、呼吸困难,血流动力学不稳定,血氧饱和度不能维持在90%以上或二氧化碳潴留不能改善,需要升级呼吸支持方式,改用BIPAP或有创呼吸支持治疗。

1.4 观察指标

比较HFNC成功组与早期失败组的年龄、性别、体重、基础疾病、入院时的格拉斯哥昏迷评分(Glasgow Coma Scale, GCS)、第三代小儿死亡风险(Pediatric Risk of Mortality, PRISM)评分、实施呼吸支持前的C-反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、血气指标、氧合指数的差异。

1.5 统计学分析

以SPSS 22.0统计软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料使用中位数(四位数间距)[P_{50} (P_{25} , P_{75})]表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料采用率(%)表示,组间比较采用卡方检验、校正卡方检验或Fisher精确概率法检验。用受试者工作特征(ROC)曲线确定部分单因素分析有意义指标的临界值,并纳入多因素logistic回归分析以确定HFNC早期失败的独立危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 HFNC成功组与失败组一般资料的比较

HFNC成功组与早期失败组患儿年龄、性别、体重的比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

表1 HFNC 成功组与早期失败组一般资料的比较

组别	例数	年龄 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$, 月]	男/女 (例)	体重 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$, kg]
HFNC 成功组	69	6(3, 14)	41/28	7.2(5.0, 10.3)
HFNC 早期失败组	46	3(1, 51)	19/27	6.1(4.5, 15.2)
U/χ^2 值		-0.410	3.630	-0.117
P 值		0.682	0.057	0.907

2.2 基础疾病状况

HFNC 早期失败组患有休克、脓毒症、颅内高压综合征、多器官功能障碍综合征 (MODS) 比例显著高于 HFNC 成功组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 而其他基础疾病两组比较差异无统计学意义, 见表2。

2.3 影响呼吸支持方式的临床指标和血气分析比较

两组患儿各临床指标和血气分析比较结果见表3~4。发现 HFNC 早期失败组入院时的 GCS 评分、pH 值和氧合指数均低于成功组, PRISM 评分、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 比值高于成功组, 两组间比较差异有统计学意义 ($P<0.05$); 而血清 CRP、PCT、乳酸水平两组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

表2 HFNC 成功组与早期失败组的基础疾病类型

基础疾病	HFNC 成功组 ($n=69$)	HFNC 早期失败 组 ($n=46$)	χ^2 值	P 值
重症肺炎	58(84)	38(83)	0.042	0.838
急性呼吸窘迫综合征	1(1)	2(4)	0.128	0.720
气道梗阻	3(4)	3(7)	0.007	0.932
支气管肺发育不良	4(6)	5(11)	0.407	0.524
休克	2(3)	12(26)	13.88	<0.001
脓毒症	8(12)	12(26)	4.035	0.045
颅内高压综合征	3(4)	11(24)	9.882	0.002
白血病	4(6)	3(7)	0.000	1.000
多器官功能障碍综合征	1(1)	12(26)	16.709	<0.001
呼吸暂停	1(1)	2(4)	0.128	0.720
肺出血	1(1)	2(4)	0.128	0.720
暴发性心肌炎	0(0)	2(4)	-	0.082
先天性心脏病	15(22)	9(20)	0.079	0.779
心功能不全	10(14)	6(13)	0.048	0.826
遗传代谢性疾病	0(0)	2(4)	-	0.082
中毒	1(1)	0(0)	-	0.414
营养不良	9(13)	6(13)	0.000	1.000

表3 HFNC 成功组与早期失败组临床指标的比较 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$]

组别	例数	GCS 评分	PRISM 评分	CRP (mg/L)	PCT (ng/mL)
HFNC 成功组	69	13.0(13.0, 14.0)	1.0(0.0, 3.0)	8.0(2.5, 37.5)	0.48(0.19, 1.75)
HFNC 早期失败组	46	13.0(9.8, 13.3)	5.0(1.0, 9.0)	12.0(3.0, 45.0)	0.64(0.21, 3.25)
U 值		-3.301	-4.701	-0.867	-1.305
P 值		0.001	<0.001	0.386	0.192

注: [GCS 评分] 格拉斯哥昏迷评分; [PRISM 评分] 小儿死亡风险评分; [CRP] C-反应蛋白; [PCT] 降钙素原。

表4 HFNC 成功组与早期失败组血气分析结果的比较

组别	例数	乳酸 [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	pH [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$]	$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ [$P_{50}(P_{25}, P_{75})$]	氧合指数 ($\bar{x} \pm s$)
HFNC 成功组	69	1.70(1.40, 2.55)	7.41(7.38, 7.43)	0.41(0.31, 0.51)	220 $\pm$ 63
HFNC 早期失败组	46	1.85(1.37, 3.07)	7.35(7.29, 7.39)	0.65(0.44, 0.86)	152 $\pm$ 50
U/t 值		-0.366	-4.371	-3.791	6.139
P 值		0.714	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 ROC 曲线确定部分单因素分析有意义指标的临界值

临床以 GCS 评分 <14 分认为患儿存在意识障碍^[6], pH<7.35 存在酸血症^[7], 氧合指数 <200 提示患儿存在严重低氧血症^[8-9], 但目前尚无 PRISM 评

分和 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 的统一界定, 故本研究采用 ROC 曲线确定 PRISM 评分和 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 的临界值, 见表5。PRISM 评分与 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 预测 HFNC 早期失败的曲线下面积 AUC 分别为 0.754、0.709, 其中 PRISM 评分 >4.5 分的敏感度为 59%, 特异度

为84%， $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$ 的敏感度为52%，特异度为88%，表示用PRISM评分 >4.5 分和 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$ 预测HFNC早期失败的价值尚可。

因此以GCS评分14分、PRISM评分4.5分、pH值7.35、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 0.64和氧合指数200为界，对两组进行比较，结果显示HFNC失败组GCS评分 <14 分、pH <7.35 、氧合指数 <200 、PRISM评分 >4.5 分、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$ 的患儿比例均高于HFNC成功组（均 $P < 0.05$ ），见表6。

表5 ROC曲线确定PRISM评分与 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 的临界值

临界值	敏感度 (%)	特异度 (%)	AUC	95%CI
PRISM 评分 >4.5 分	59	84	0.754	0.662~0.845
$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$	52	88	0.709	0.605~0.813

注：[PRISM评分] 小儿死亡风险评分；[$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$] 二氧化碳分压与氧分压比值；[ROC] 受试者工作特征曲线；[AUC] 曲线下面积。

2.5 多因素 logistic 回归分析结果

将GCS评分 <14 分、pH <7.35 、氧合指数 <200 、PRISM评分 >4.5 分、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$ 以及原发疾病为休克、脓毒症、颅内高压综合征、MODS纳入多因素logistic回归分析，发现PRISM评分 >4.5 分、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$ 为HFNC早期失败的独立危险因素（ $P < 0.05$ ），见表7。

表6 HFNC成功组与早期失败组一些关键指标异常的发生率 [n (%)]

指标	HFNC成功组 (n=69)	HFNC早期失败组 (n=46)	χ^2 值	P 值
GCS 评分 <14 分	38(55)	35(76)	5.257	0.022
pH <7.35	5(7)	21(46)	23.267	<0.001
氧合指数 <200	28(41)	36(78)	15.878	<0.001
PRISM 评分 >4.5 分	11(16)	27(59)	22.802	<0.001
$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$	8(12)	24(52)	22.631	<0.001

注：[GCS评分] 格拉斯哥昏迷评分；[pH] 酸碱度；[PRISM评分] 小儿死亡风险评分；[$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$] 二氧化碳分压与氧分压比值。

表7 HFNC早期失败的多因素 logistic 回归分析

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2	P	OR	95%CI
PRISM 评分 >4.5 分	1.711	0.670	6.528	0.011	5.535	1.490~20.569
$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 > 0.64$	2.207	0.650	11.533	0.001	9.089	2.543~32.487
常数项	1.119	5.045	0.049	0.824		

注：[PRISM评分] 小儿死亡风险评分；[$\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$] 二氧化碳分压与氧分压比值。

3 讨论

呼吸支持技术是救治危急重症儿童的主要手段，其主要的临床价值为纠正肺的通气 and / 或换气障碍，维持足够的气体交换，改善氧合，为原发病的治疗赢得时间。由于有创呼吸支持存在呼吸机相关性肺损伤、呼吸机依赖、医疗费用昂贵等较多弊端，因此近年来无创呼吸支持越来越受到重视，使某些患儿免于气管插管的痛苦以及避免了有创呼吸支持所带来的各种并发症，已广泛应用于儿科各临床科室。但是目前研究认为若一味强调无创呼吸支持，可能延误应尽早气管插管行有创呼吸支持的最佳治疗时机，而造成机械通气时间延长，甚至导致患儿死亡。美国胸科协会发布的2012年度报告指出，2001~2009年美国无创呼吸支持存在过度应用的现象^[10]，而且已有研究证实无创呼吸支持失

败与插管并发症及病死率的增加有关^[11]，同时更换管道也造成了医疗资源的浪费。

HFNC作为一种新型的无创通气氧疗装置，其作用机制主要有以下几个方面：（1）上气道冲刷作用减少鼻咽部死腔，促进肺泡内气体交换，增加呼气末肺容积，改善氧合^[12]；（2）将干冷气体温化湿化，增加肺部顺应性及舒适性，并且改善呼吸道表面纤毛黏液系统的清除功能^[13]；（3）节省了患儿主动加温保湿的能量代谢，降低呼吸做功^[14]。由于其工作原理的优越性，且具有依从性好、并发症少、操作简便、费用较低等优点，HFNC已广泛应用于儿童疾病。已有数项临床研究表明，HFNC在治疗儿童呼吸系统疾病，如呼吸衰竭、呼吸窘迫综合征、阵发性睡眠呼吸暂停综合征等方面均取得了较好的临床效果^[15-17]。Wing等^[18]研究也证实，急性呼吸功能不全患儿早

期使用 HFNC 可以减少气管插管机械通气的需要,但是目前针对 HFNC 在儿科中应用的适应证及禁忌证尚无统一标准,其相关风险性研究报道也较少,仅在最早使用 HFNC 的新生儿领域发现,出生体重极低的婴儿使用 HFNC 呼吸支持失败会增加死亡或支气管肺发育不良的风险,增加呼吸系统发病率,延长住院时间^[2]。Gaunt 等^[19]研究发现, HFNC 在成人临床应用中可以减少患者 ICU 住院时间,降低呼吸机相关性肺炎等并发症的发生率,改善患者的预后。但是如果患者在使用 HFNC 48 h 内病情没有好转,则认为 HFNC 治疗失败,此时应尽快升级呼吸支持方式, HFNC 治疗失败可能导致呼吸功能进一步恶化并增加病死率^[20]。

本研究回顾性分析了 123 例进行 HFNC 呼吸支持的急性呼吸功能不全患儿的临床资料,其中 8 例患儿在使用 HFNC 48 h 后失败,多数因为疾病加重而升级呼吸支持方式,混杂影响因素太多,且本研究为回顾性分析 HFNC 早期失败的高危因素,故未将此类患儿纳入研究。在剩余 115 例患儿中,发现休克、脓毒症、颅内高压综合征、多器官功能障碍综合征、GCS 评分 <14 分、pH<7.35、氧合指数 <200、PRISM 评分 >4.5 分、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2>0.64$ 在 HFNC 早期失败组中的患儿比例均高于成功组,但多因素 logistic 回归分析显示,仅 PRISM 评分 >4.5 分和 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2<0.64$ 是 HFNC 早期失败的独立危险因素。

国外研究证实, GCS 评分是导致无创呼吸支持失败的危险因素^[11],也是目前国际上评估昏迷病人疾病严重程度最为公认的方法。临床以 GCS 评分 <14 分认为患儿存在意识障碍,分数越低,意识障碍程度越重^[6]。本研究显示 HFNC 早期失败组 GCS 评分 <14 分的患儿比例高于成功组,但多因素 logistic 回归分析并未证实 GCS 评分为 HFNC 早期失败的独立危险因素。

PRISM 评分是目前世界上应用最广的小儿危重评估工具,评分涉及 14 项生理参数,包括体温、心率、血压、瞳孔反应、血气、血糖、电解质、肝肾功能、凝血功能等 23 个参数范围^[21-24],较 GCS 评分更能反映全身各脏器功能,且 PRISM 评分与器官功能衰竭呈高度正相关,评分值越高,病情越重,病死率越高。PRISM 评分目前已广泛

应用于国外 PICU,但在我国的相关性研究报道仍较少。本研究发现, PRISM 评分在 HFNC 早期失败组高于成功组,两组比较差异有统计学意义,且多因素 logistic 回归分析显示 PRISM 评分 >4.5 分的患儿行 HFNC 的失败风险是 PRISM 评分 ≤ 4.5 分患儿的 5 倍以上,提示病情较重、PRISM 评分较高(特别是 PRISM 评分 >4.5 分)的患儿选择 HFNC 作为呼吸支持手段应慎重,并应密切监护。

HFNC 除了能提供恒定的给氧浓度外,还可以通过高流量气体在气道内产生一定的呼气末正压,从而改善氧合,因此治疗轻、中度 I 型呼吸衰竭有一定作用,但对于中度以上或高碳酸血症型呼吸衰竭的作用是有限的。基于临床上常采用 pH、 PaCO_2 、 PaO_2 以及氧合指数判断呼吸衰竭的类型与程度,其中因氧合指数与肺组织病理改变的严重程度存在显著的相关性,可以显示机体肺通气与换气的生理功能状态^[25],应用范围最广,临床认为氧合指数 <200 提示患儿存在严重低氧血症^[8-9]。本研究对 HFNC 48 h 内失败,升级呼吸支持方式的患儿进行分析,发现 pH<7.35 和氧合指数 <200 的患儿比例在 HFNC 早期失败组均高于成功组,但尚不能证实是 HFNC 早期失败的独立危险因素,还需要扩大样本量进行进一步研究。多因素 logistic 回归分析结果显示 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2$ 是 HFNC 早期失败的独立危险因素,当患儿 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2>0.64$ 时 HFNC 无创呼吸支持失败的风险为 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2 \leq 0.64$ 的 9 倍以上,对这类患儿选择 HFNC 需要十分慎重。

本研究为回顾性研究,纳入病例数,特别是 HFNC 失败病例数较少,降低了结果可信度,但对 HFNC 这种在儿童氧疗中运用得越来越广泛的呼吸支持方式的选择指针进行了初步探讨,并且发现了一些 HFNC 在急性呼吸功能不全患儿呼吸支持治疗失败的高危因素,比如 PRISM 评分 >4.5 分、 $\text{PaCO}_2/\text{PaO}_2>0.64$,提示在这些情况下应用 HFNC 失败风险较高,应谨慎选择,同时应密切监护、随时准备升级呼吸支持方式,避免给患儿带来不良后果。HFNC 呼吸支持失败高危因素的识别以及使用指针的确立,对儿童呼吸支持非常重要,值得进一步研究。

【参考文献】

- [1] Curley GF, Laffy JG, Zhang H, et al. Noninvasive respiratory support for acute respiratory failure—high flow nasal cannula oxygen or non-invasive ventilation?[J]. *J Thorac Dis*, 2015, 7(7): 1092-1097.
- [2] Taha DK, Kornhauser M, Greenspan JS, et al. High flow nasal cannula use is associated with increased morbidity and length of hospitalization in extremely low birth weight infants[J]. *J Pediatr*, 2016, 173: 50-55.e1.
- [3] 申昆玲, 江载芳. 肺炎[M]//胡亚美, 江载芳. 诸福棠实用儿科学(上册). 第7版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 1174-1177.
- [4] 李昌崇. 呼吸系统疾病[M]//王卫平, 毛萌. 儿科学. 第8版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 264-266.
- [5] Bischoff M. Medications for respiratory insufficiency and exacerbations[J]. *MMW Fortschr Med*, 2015, 157(4): 28-29.
- [6] 卢仲毅. 重要生命体征的简易监测[M]//赵祥文. 儿科急诊医学. 第3版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 1094-1096.
- [7] 陈绍璐. 体液酸碱平衡失调[M]//胡亚美, 江载芳. 诸福棠实用儿科学(上册). 第7版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 391-397.
- [8] 陈贤楠. 小儿急性肺损伤和呼吸窘迫综合征[M]//胡亚美, 江载芳. 诸福棠实用儿科学(下册). 第7版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 2545-2550.
- [9] 董宗祈. 急性肺损伤[M]//赵祥文. 儿科急诊医学. 第3版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 502-505.
- [10] 宋志芳. 小议机械通气在危重病抢救中的几个热点问题[J]. *中国危重病急救医学*, 2004, 16(5): 257-259.
- [11] Mosier JM, Sakles JC, Whitmore SP, et al. Failed noninvasive positive-pressure ventilation is associated with an increased risk of intubation-related complications[J]. *Ann Intensive Care*, 2015, 5: 4.
- [12] Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(23): 2185-2196.
- [13] Roberts CT, Manley BJ, Dawson JA, et al. Nursing perceptions of high-flow nasal cannulae treatment for very preterm infants[J]. *J Paediatr Child Health*, 2014, 50(10): 806-810.
- [14] Mikalsen IB, Davis P, Øymar K. High flow nasal cannula in children: a literature review[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2016, 24: 93.
- [15] Mardegan V, Priante E, Lolli E, et al. Heated, humidified high-flow nasal cannulae as a form of noninvasive respiratory support for preterm infants and children with acute respiratory failure[J]. *Am J Perinatol*, 2016, 33(11): 1058-1061.
- [16] Manley BJ, Owen LS. High-flow nasal cannula: mechanisms, evidence and recommendations[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2016, 21(3): 139-145.
- [17] Joseph L, Goldberg S, Shitrit M, et al. High-flow nasal cannula therapy for obstructive sleep apnea in children[J]. *J Clin Sleep Med*, 2015, 11(9): 1007-1010.
- [18] Wing R, James C, Maranda LS, et al. Use of high-flow nasal cannula support in the emergency department reduces the need for intubation in pediatric acute respiratory insufficiency[J]. *Pediatr Emerg Care*, 2012, 28(11): 1117-1123.
- [19] Gaunt KA, Spilman SK, Halub ME, et al. High-flow nasal cannula in a mixed adult ICU[J]. *Respir Care*, 2015, 60(10): 1383-1389.
- [20] Ischaki E, Pantazopoulos I, Zakynthinos S. Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device[J]. *Eur Respir Rev*, 2017, 26(145): pii: 170028.
- [21] Lee JS, O'Dochartaigh D, Mackenzie M, et al. Factors associated with failure of non-invasive positive pressure ventilation in a critical care helicopter emergency medical service[J]. *Prehosp Disaster Med*, 2015, 30(3): 239-243.
- [22] Pollack MM, Ruttimann UE, Getson PR. Pediatric risk of mortality (PRISM) score[J]. *Crit Care Med*, 1988, 16(11): 1110-1116.
- [23] Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE. PRISM III: an update pediatric risk of mortality score[J]. *Crit Care Med*, 1996, 24(5): 743-752.
- [24] 宋国维. 小儿危重病例评分[M]//赵祥文. 儿科急诊医学. 第3版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 242-250.
- [25] Ferguson ND, Fan E, Camporota L, et al. The Berlin definition of ARDS: an expanded rationale, justification, and supplementary material[J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38(10): 1573-1582.

(本文编辑: 邓芳明)