

有创机械通气的急性呼吸衰竭儿童早期拔管改 无创呼吸支持序贯的临床研究

黎小庆, 赵婉伶, 李德渊, 雷 蕾, 罗黎力, 乔莉娜[△]

四川大学华西第二医院 儿童重症医学科(成都 610041)

【摘要】目的 探究早期拔管改无创机械通气策略对儿童急性呼吸衰竭的治疗效果,及其替代传统方式的安全性和可行性。**方法** 将2019年1月-2020年12月四川大学华西第二医院儿童重症医学科收治的1月~14岁急性呼吸衰竭患儿102例,随机分为治疗1组($n=55$)、治疗2组($n=47$);并将研究开始前一年内相同病情患儿53例设为对照组。两个治疗组均先拔管再撤机:治疗1组达到有创-无创切换标准时拔出气管导管使用无创BiPAP进行呼吸支持,治疗2组拔管后使用经鼻高流量湿化氧疗(high-flow nasal cannula, HFNC)进行呼吸支持;对照组(拔管、撤机同时进行)采用渐进式撤机方法。主要比较气管插管期间呼吸机相关性肺炎的发生率,从入组开始评估两组的死亡率;比较治疗组拔管时及对照组拔管撤机时压力支持水平PC above PEEP、气管插管时间、序贯时间(仅2个治疗组间)、撤机失败率,喉头水肿及鼻部压疮发生率。**结果** 本研究以婴儿(93例, 60%)、幼儿(31例, 20%)为主, 155例患儿中,男性占82例(53%);各组患儿年龄分布及性别差异无统计学意义。3组患儿气管插管前各临床指标差异无统计学意义。两治疗组拔管时PC above PEEP高于对照组,且治疗1组高于治疗2组,差异有统计学意义($P<0.05$)。两治疗组的气管插管时间较对照组短,且治疗1组短于治疗2组($P<0.05$);治疗2组序贯时间短于治疗1组($P<0.05$)。两治疗组拔管失败率以及呼吸机相关性肺炎的发生率低于对照组,两治疗组之间差异无统计学意义;治疗1组鼻部压疮发生率较其他两组高($P<0.05$)。治疗组1死亡1例,治疗组2和对照组均无死亡病例,3组间拔管后喉头水肿发生率及死亡率差异无统计学意义。**结论** 早期拔管改无创机械通气,患儿耐受良好,可作为急性呼吸衰竭患儿的一种有效撤机方式在临床推广使用。

【关键词】 有创-无创序贯 机械通气 儿童 急性呼吸衰竭 HFNC

Clinical Study on Early Extubation and Sequential Non-Invasive Respiratory Support for Children with Acute Respiratory Failure Receiving Invasive Mechanical Ventilation LI Xiao-qing, ZHAO Wan-ling, LI De-yuan, LEI Lei, LUO Li-li, QIAO Li-na[△]. Department of Pediatric Critical Care Medicine, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

[△] Corresponding author, E-mail: iaqiao@163.com

【Abstract】Objective To explore the treatment outcome of the strategy of early extubation and then switching to non-invasive mechanical ventilation in children with acute respiratory failure, and the safety and feasibility of using the strategy to replace traditional methods. **Methods** A total of 102 children, aged between 1 month to 14 years old, who had acute respiratory failure and were admitted to the pediatric ICU of West China Second University Hospital, Sichuan University between January 2019 and December 2020 were enrolled and randomly assigned to treatment group 1 ($n=55$) and treatment group 2 ($n=47$). In addition, 53 children who had the same condition in the 12 month prior to the beginning of the study were included in the control group. In the two treatment groups, the patients were extubated first, and then weaned off the ventilator. In group 1, when the patient met the invasive-non-invasive switching criteria, the tracheal tube was pulled out and non-invasive bi-level positive airway pressure (BiPAP) ventilation was used for respiratory support. In group 2, high-flow nasal cannula (HFNC) oxygen therapy was used for respiratory support. The traditional progressive weaning method was adopted for the control group (extubating and weaning were performed at the same time). The incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP) during the period of tracheal intubation was compared and the mortality of the two groups was evaluated from the point when the patients were recruited. At the time of extubation in the treatment groups and extubation plus weaning in the control group, the pressure support levels, or PC above PEEP, intubation time, sequential time (between 2 treatment groups only), weaning failure rate, and the incidence of laryngeal edema and nasal pressure ulcer were compared. **Results** The subjects of the study were predominantly infants (93 cases, 60%) and young children (31 cases, 20%). Among the 155 cases, 82 (53%) were male. There was no statistical difference in age distribution or gender among the groups. There was no significant difference in the clinical indicators among the three groups before tracheal intubation. At the time of extubation, the PC above PEEP in the two treatment groups was higher than that in the control group, and higher in group 1 than that of group 2, the difference being statistically significant ($P<0.05$). The intubation time of the two treatment groups was shorter than that of the control group, and shorter in group 1 than that of group 2 ($P<0.05$). The sequential time of group 2 was shorter than that of group 1 ($P<0.05$). The extubation failure rate and the incidence of VAP in the two treatment groups were lower than

those in the control group, and there was no statistically significant difference between the two treatment groups. The incidence of nasal pressure ulcers in group 1 was higher than that in the other two groups ($P < 0.05$). There was 1 death in treatment group 1, and no deaths in treatment group 2 or the control group. There was no significant difference in mortality or the incidence of laryngeal edema after extubation in the three groups. **Conclusion** Early extubation and then switching to non-invasive mechanical ventilation can be well tolerated by the patients, and can be used in clinical practice as an effective weaning method for children with acute respiratory failure.

【Key words】 Invasive-noninvasive sequential Mechanical ventilation Children Acute respiratory failure HFNC

有创机械通气是治疗呼吸衰竭的重要支持手段,文献报道约20%~64%的儿童重症医学科(PICU)患儿接受过有创机械通气治疗^[1],其并发症包括呼吸机相关性肺炎(ventilator associated pneumonia, VAP)、镇痛镇静药物的副作用、长期正压通气对心血管系统的影响等,尽早撤离有创呼吸支持是减少相关并发症最重要的手段之一。目前常用的有创呼吸机撤离方法包括渐进式撤机、计划性撤机以及序贯撤机等^[2]。其中,儿童最常用的撤机方法是渐进式撤机,即随着病情好转逐渐降低压力水平,由医生决定是否撤机。临床也尝试根据成人经验,对患儿使用计划性撤机,期望能够降低患儿撤机失败率并缩短机械通气时间。但目前儿童自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT)标准并未统一,开始时机以及成功指标多数由主治医师决定,本质上依然是渐进式撤机,并未缩短机械通气时间,也未降低撤机失败率^[3-4]。21世纪初期,有创-无创序贯撤机开始应用于成人患者,并提出了以肺部感染控制窗来指导无创序贯时机^[5]。近年来,经鼻高流量湿化氧疗(high-flow nasal cannula, HFNC)也作为一种序贯方式在成人得到广泛应用。大量研究证明无创序贯、HFNC序贯可缩短成人有创机械通气时间,降低VAP发生率^[6-8]。儿童关于有创-无创序贯撤机存在序贯时机不明确、标准不统一等问题,因此研究结果各异。本研究对成人肺部感染控制窗进行改进,以此作为儿童序贯时机,旨在探索适合儿童的撤机方法,包括探索早期拔管改无创(包括HFNC)是否能够缩短儿童有创机械通气时间,降低撤机失败率以及相关并发症。现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象

纳入标准:①符合急性重症患儿呼吸衰竭诊断标准^[9];起病急,呼吸困难,动脉血氧分压与吸入氧浓度的比值($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, P/F) $< 200 \text{ mmHg}/\%(1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa})$;②有创机械通气 $> 24 \text{ h}$ 并按诊疗计划拔出气管导管;③入院时年龄 $> 28 \text{ d}$ 。排除标准:①中枢性呼吸衰竭及神经肌肉疾病;②拔管前死亡或放弃治疗;③非计划性拔管。

本研究将研究对象分为治疗组和对照组。治疗组:

2019年1月1日-2020年12月31日四川大学华西第二医院重症监护病房收治的1月~14岁急性呼吸衰竭行有创机械通气的患儿共179例。按照上述标准,共排除77例,纳入102例,其中男58例。对照组:纳入本研究开始前1年内(2018年1月1日-2018年12月31日)本科室因急性呼吸衰竭行有创机械通气、采用渐进式撤机的患儿88例,按照上述纳入及排除标准,排除35例,纳入53例。

本研究为回顾性研究,研究方案经四川大学华西第二医院医学伦理委员会批准,医学科研2019伦审批第(028)号。患儿监护人均签署知情同意书。

1.2 建立机械通气

所有患儿治疗期间均接受经口气管插管,压力辅助/控制模式行机械通气。根据每日监测的血气结果及耐受情况调节 FiO_2 及压力水平。机械通气期间均按规范抗感染,纠正电解质紊乱,营养支持。并进行气道湿化、体位引流、机械辅助排痰、吸痰等气道管理。

1.3 有创-无创序贯时机

根据成人肺部感染控制窗标准进行改进^[5]:①意识清楚,血流动力学稳定。②肺部影像好转,无明显实变不张及斑片影。③同时至少满足下列指标中2项:a:体温低于 38°C ;b:降钙素原(PCT)小于0.5;c:痰液量减少,颜色变淡,且黏稠度降至Ⅱ度以下。达到上述3条标准认为达到序贯时机。

1.4 患者分组及治疗

治疗组均先拔管再撤机,对照组拔管、撤机同时进行,比较两种方式的优劣。

1.4.1 治疗组 治疗组达到有创-无创序贯标准以后,采用随机表法将患儿分为治疗1组($n = 55$)和治疗2组($n = 47$)。治疗1组达到序贯标准后立即拔出气管导管,改用鼻塞或鼻罩无创BiPAP通气。鼻塞多用于体质量小于10 kg的患儿;鼻罩用于体质量大于10 kg的患儿。治疗2组达到序贯标准后立即拔出气管导管,改用HFNC,小于15 kg的患儿使用鼻塞Fisher Paykel BC3780-20,大于15 kg者使用Fisher Paykel OPT842。婴儿、幼儿及学龄前期流量初始设置 $1 \sim 2 \text{ L}/(\text{kg} \cdot \text{min})$,学龄期及青春期流量初始设置 $20 \text{ L}/\text{min}$ ^[10]。患儿序贯支持后每日使用2次经皮血气

监测技术监测经皮氧分压($TcPO_2$)和经皮二氧化碳分压($TcPCO_2$),根据 $TcPO_2$ 、 $TcPCO_2$ 、患儿耐受情况调节参数,维持 $TcPCO_2$ 小于60 mmHg, $TcPO_2$ 大于60 mmHg。

拔管后监控: 治疗组患儿在序贯期间可能仍然存在通气换气功能障碍,因此需快速评估治疗组拔管后2 h的心率、血压、呼吸、 SpO_2 ,及拔管后前2 d的pH、 $PaCO_2$ 、 PaO_2 、P/F,并与对照组拔管撤机后进行比较,评估治疗组患儿提前拔管序贯无创是否能够良好耐受,序贯时机是否合适,保证患儿安全。

撤机标准: 随病情好转,逐渐降低治疗1组的呼吸机参数,并逐渐减少每日无创使用时间,直至每日使用时间小于2 h,吸气峰压小于10 cmH₂O(1 cmHg=0.098 kPa),患儿停止使用无创呼吸机,换用鼻导管氧疗。治疗2组HFNC流量低于患儿吸气峰流速时,停止使用HFNC,换用鼻导管氧疗。

1.4.2 对照组 达到有创-无创序贯标准后,继续有创机械通气,直到患儿能够耐受更低的压力支持水平,进行拔管撤机。拔管撤机标准: ①患儿压力支持水平PC above PEEP小于>10 cmH₂O, FiO_2 小于40%, ②PSV模式下 SpO_2 正常,无呼吸心率增快, ③咳嗽及吞咽反射正常, ④漏气试验通过。撤机后婴幼儿及学龄前期患儿接受0.5~2 L/min鼻导管氧疗,学龄期及青少年接受1~3 L/min鼻导管氧疗。

拔管撤机后监控: 患儿拔管撤机后2 h的心率、血压、呼吸、 SpO_2 ,及拔管撤机后连续2 d的pH、 $PaCO_2$ 、 PaO_2 、P/F。

1.5 指标

主要指标: VAP发生率;治疗组拔管时及对照组拔管撤机时PC above PEEP、气管插管时间、序贯时间、撤机失败率、喉头水肿及鼻部压疮发生率、死亡率。

次要指标: 治疗组拔管后(对照组拔管撤机后)2 h快速评估,治疗组拔管后(对照组拔管撤机后)连续2 d动脉血气分析、P/F。

序贯时间定义: 治疗组拔管后撤机的平均时间。

撤机失败定义^[11]: 将鼻导管氧疗下,48 h内因呼吸衰

竭($TcPCO_2$ 或 $PaCO_2$ 持续升高大于70 mmHg或出现意识障碍; SpO_2 小于90%或 PaO_2 小于60 mmHg)重新气管插管,定义为撤机失败。

VAP诊断标准: ①机械通气48 h以上。②以下条件至少符合3项: a. 排除其他原因引起的发热($\geq 38.5\text{ }^{\circ}\text{C}$); b. PCT较前明显上升; c. 痰性状改变或吸痰次数增加; d. 呼吸困难加重; e. 肺部细湿罗音加重; f. 机械通气需求增加。③影像学提示新的肺部浸润或实变不张加重。以上3条需全部满足。

1.6 统计学方法

对计量资料首先进行方差齐性检验,符合方差齐性的结果以 $\bar{x} \pm s$ 描述,采用方差分析进行比较,多重比较采用Bonferroni法;计数资料采用例数或例数(%)表示,使用 χ^2 检验,多重比较采用Bonferroni法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共包含婴儿93例,幼儿31例,学龄前期10例,学龄期19例,青春期2例,共155例,其中男性82例,各组患儿年龄分布(图1)及性别差异无统计学意义(表1)。气管插管前心率、呼吸、血压、危重评分、pH、P/F、 $PaCO_2$ 、血管活性药物使用情况等差异均无统计学意义(表1)。患儿疾病主要包括重症肺炎、脓毒症、心力衰竭,3组患儿的主要诊断无明显差异(表2)。治疗组拔管后2 d内均无撤机。

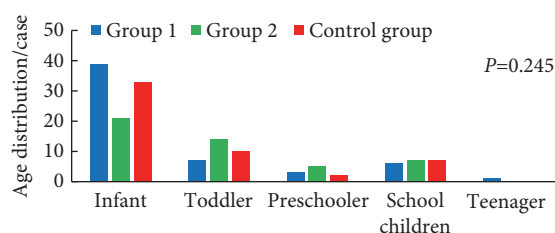


图1 各组患儿的年龄分布

Fig 1 Patient age distribution in different groups

表1 治疗组与对照组患儿有创机械通气前基础情况

Table 1 Baseline data of the treatment groups and the control group before invasive mechanical ventilation

Group	HR/min ⁻¹	RR/min ⁻¹	SP/mmHg	Female/case (%)	PCIS	pH	P/F	PaCO ₂ /mmHg	Vasoactive drugs/case (%)
1 (n=55)	146±23	48±8	99±15	23 (41.8)	67±12	7.331±0.114	149±45	62.69±37.44	18 (32.7)
2 (n=47)	150±25	53±14	97±14	21 (44.7)	64±14	7.321±0.112	151±36	41.43±15.77	10 (21.3)
Control (n=53)	154±11	48±12	96±17	29 (54.7)	65±11	7.303±0.078	147±43	53.72±20.64	16 (30.1)
F/χ ²	1.763	0.592	0.331	1.960	1.511	0.651	1.414	1.699	1.763
P	0.175	0.555	0.719	0.375	0.135	0.524	0.249	0.188	0.414

HR: Heart rate; RR: Respiratory rate; SP: Systolic pressure; PCIS: Pediatric critical illness score; P/F: PaO_2/FiO_2 , mmHg/%; $PaCO_2$: Partial pressure of carbon dioxide. 1 mmHg=0.133 kPa.

表 2 治疗组与对照组患儿疾病诊断

Table 2 Diagnosis of children in the treatment groups and the control group

Group	Diagnosis/case (%)			
	Severe pneumonia	Heart failure	Sepsis	Others
1 (n=55)	34 (21.94)	6 (3.87)	10 (6.45)	5 (3.22)
2 (n=47)	24 (15.48)	3 (1.93)	11 (7.10)	9 (5.81)
Control (n=53)	23 (14.84)	7 (4.52)	17 (10.97)	6 (3.87)
Total	81 (52.26)	16 (10.32)	38 (24.52)	20 (12.90)
χ^2	3.710	1.345	4.603	2.461
P	0.156	0.398	0.100	0.292

2.2 主要指标

结果见表3。对拔管时压力水平进行分析,发现治疗1组、治疗2组PC above PEEP高于对照组,治疗1组高于治疗2组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),即采用无创BiPAP或HFNC序贯能帮助患儿在较高支持水平拔管。2个治疗组患儿气管插管时间较对照组缩短,且治疗1组气管插管时间更短,但序贯时间较治疗2组更长,差异均

有统计学意义($P < 0.05$)。但治疗1组鼻部压疮发生率较其他两组高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2个治疗组撤机失败率较对照组低($P < 0.05$),但2个治疗组之间差异无统计学意义,即序贯撤机较传统撤机更能降低患儿撤机失败率。2个治疗组VAP发生率也较对照组低($P < 0.05$),但2个治疗组之间差异无统计学意义。3组间拔管后喉头水肿发生率及死亡率无明显差异,治疗1组死亡1例,治疗2组和对对照组均无死亡病例。

2.3 拔管后2 h快速评估情况

结果见图2。将治疗组拔管后2 h一般情况进行快速评估与对照组拔管撤机后进行比较,发现3组各年龄段间的心率、呼吸、收缩压、 SpO_2 差异均无统计学意义,3组间GCS评分(治疗1组、治疗2组、对照组分别为 13 ± 1 、 13 ± 2 、 13 ± 1)差异无统计学意义。提示两种序贯治疗方式短时间内患儿均耐受良好。

2.4 拔管后连续2 d的血气分析与P/F

见表4。治疗组拔管后连续2 d的血气与对照组拔管

表 3 主要指标对比

Table 3 Comparison of main data among group 1, group 2 and the control group after weaning

Group	PC above PEEP/ cmH ₂ O	Weaning failed/case (%)	Intubation time/d	Sequential time/d	VAP/case (%)	Laryngeal edema/case (%)	Nasal pressure sore/ case (%)	Mortality/ %
1 (n=55)	15.04±1.138 ^a	3 (5.45) ^a	4.46±3.10 ^a	4.32±1.063	1 (1.81) ^a	3 (5.45)	8 (14.54) ^a	1 (1.81)
2 (n=47)	13.36±2.151 ^{a,b}	2 (4.25) ^a	5.44±3.72 ^{a,b}	3.09±0.863	1 (2.12) ^a	1 (2.12)	1 (2.12) ^b	0 (0)
Control (n=53)	9.04±1.125	9 (16.98)	8.26±5.05	—	5 (9.43)	7 (13.21)	1 (1.88)	0 (0)
F/χ^2	16.074	6.238	15.419	7.165	6.247	4.987	12.110	1.899
P	0.000	0.044	0.000	0.028	0.044	0.083	0.002	0.387

a: $P < 0.05$, vs. control group; b: $P < 0.05$, vs. group 1. 1 cmH₂O=0.098 kPa.

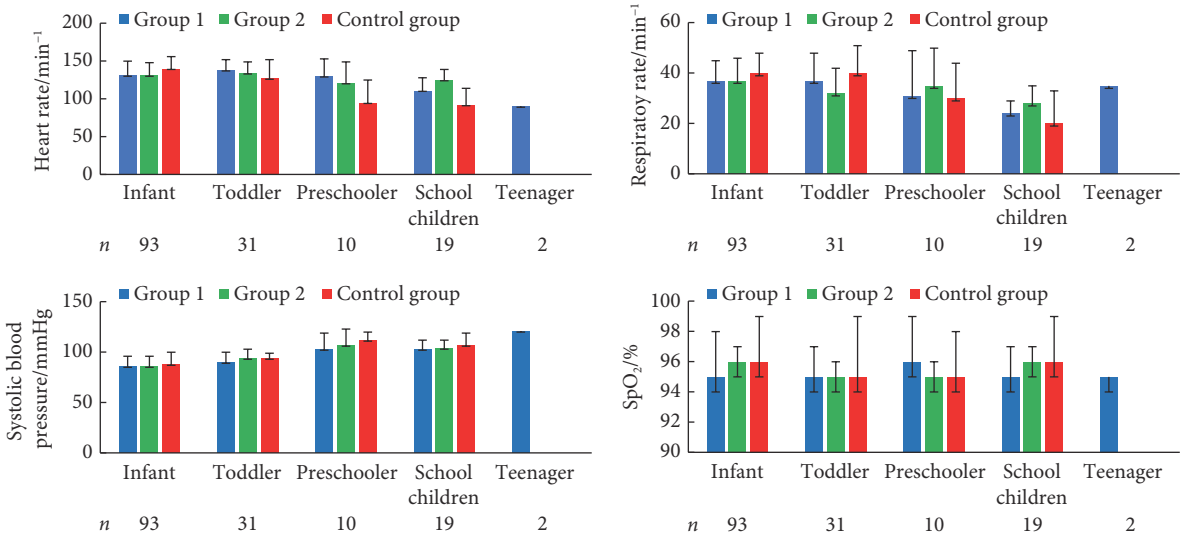


图 2 拔管后2 h患儿心率、呼吸频率、收缩压和 SpO_2

Fig 2 Heart rate, respiratory rate, systolic blood pressure, and SpO_2 after extubation for 2 hours

1 mmHg=0.133 kPa.

表 4 拔管后连续2 d的血气结果
Table 4 Arterial blood gas results after extubation for 2 days

Group	n	pH		PaCO ₂ /mmHg		PaO ₂ /mmHg		(PaO ₂ /FiO ₂)/(mmHg/%)	
		Day 1	Day 2	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2	Day 1	Day 2
1	55	7.41±0.06	7.42±0.05	43.72±9.84	43.17±9.72	79.33±27.93	81.27±43.42	197.49±36.91	193.17±24.73
2	47	7.43±0.04	7.43±0.05	39.40±9.11	40.90±9.47	81.60±32.34	83.06±34.04	201.91±28.53	192.79±35.29
Control	53	7.41±0.04	7.42±0.03	42.18±8.69	40.93±8.77	77.60±40.77	79.96±32.60	193.14±25.00	187.76±27.93
<i>F/χ²</i>		2.927	1.266	2.807	0.654	2.371	2.465	1.074	0.065
<i>P</i>		0.057	0.297	0.064	0.521	0.097	0.089	0.345	0.937

撤机后连续2 d的血气相比,差异无统计学意义,提示在该有创-无创序贯标准下进行序贯,患儿耐受良好。

3 讨论

近年来无创机械通气越来越多地运用于儿童呼吸衰竭的治疗,有效减少了因不同临床情况导致的呼吸衰竭治疗过程中的气管插管^[12]。研究表明毛细支气管炎患儿入ICU初期,使用经HFNC较无创正压通气更能降低后期气管插管率^[13]。无创机械通气可缓解呼吸肌疲劳,但仍不可避免地存在不同程度的漏气,通气效果不能保证,因此对严重肺部感染、气道分泌物增多的患儿难以取得良好效果,例如急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)患儿,前期使用无创呼吸支持可能会延长患儿有创机械通气需求,且插管前无创时间越长,结局越差^[14],因此此类患儿仍需尽早建立人工气道行有创机械通气,有效地引流分泌物,提高通气效率^[15-16]。

有创机械通气的弊端在于人工气道具有侵入性、细菌可沿人工气道移行等,造成VAP^[17]。同时儿童呼吸道解剖结构与成人有所不同,最狭窄处位于声门下区,结构组织疏松,长期人工气道留置易发生水肿,导致喉梗阻,SHINOHARAS等^[18]报道儿童撤机失败近一半原因是上气道梗阻。因此儿童更需要探索有效的方式尽早拔出气管导管。

成人方面最早在慢性阻塞性肺疾病急性加重(acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD)患者的治疗中提出有创-无创序贯的概念,即在未达到传统拔管撤机标准前撤离有创机械通气改为无创正压通气继续治疗,既可避免人工气道长期留置引起的并发症,又可避免无创通气不足,近年来HFNC也是成人常用的序贯方式。无创正压通气因为呼吸机品牌不同模式也各异,在成人常用S、T和S/T等模式,在儿童和新生儿领域常用CPAP、BiPAP、NIPPV。BiPAP模式在维持气道压力稳定方面更有优势^[19];同时也可根据患儿需求调节呼吸频率、T_{high}和T_{low}来增加或减少患儿做功,满足多种临床需要。但目前国内外BiPAP序贯治疗儿童呼吸衰竭的相关研究较少,或在研究中并未明确指出使用何种

通气模式序贯,也未与HFNC序贯进行对比。因此,本研究将治疗组分成了无创BiPAP序贯和HFNC序贯与传统撤机方式进行比较,探索两种序贯方式在儿童撤机过程中的效果。

儿科患者不同于成人或者新生儿,其年龄跨度广,因此本研究在分组后首先进行年龄分布比较,3组患儿年龄分布差异无统计学意义,治疗组与对照组各年龄段的呼吸、心率、血压等基线指标差异无统计学意义,具有可比性。研究发现无创BiPAP与HFNC序贯均能缩短患儿气管时间,BiPAP序贯组气管插管时间较HFNC更短。两种序贯方式均能降低患儿的撤机失败率和VAP发生率,但两组之间差异无统计学意义。相对无创BiPAP组,HFNC组的鼻部压疮更少。成人方面研究结果与此相似,有创-无创或HFNC序贯治疗AECOPD均能缩短机械通气时间,降低VAP发生率,两者疗效无明显差异^[20]。一项关于超低出生体质量早产儿的研究发现与CPAP相比,HFNC预防撤机失败的效果较好,缩短了用氧时间,明显降低鼻部损伤^[21]。FERGUSON等^[22]关于早产儿采用序贯拔管的meta分析显示,与头罩供氧相比,NIPPV与CPAP序贯治疗均降低了撤机失败率。另外,上气道梗阻是导致儿童拔管失败的主要原因,本研究以喉鸣作为上气道梗阻的判断标准,虽然3组患儿喉鸣情况无明显差异,但对对照组7例喉鸣患儿中5例均拔管失败,序贯组共4例但均未再次插管,提示BiPAP与HFNC可能对拔管后上气道梗阻导致的通气障碍有一定改善作用。

序贯撤机的关键在于及时准确把握序贯时机,从插管上机和综合治疗开始就应积极寻找拔管改无创的条件,而大部分研究虽然证明了无创序贯拔管能够为患儿带来益处,例如提高患儿肺泡通换气质量,改善血气指标,并发症减少^[23],但并未明确无创序贯的时机。国内王辰等^[5]在成人领域提出肺部感染控制窗作为有创无创切换点,但在儿科领域并不完全适合。大部分患儿,尤其是婴幼儿并不能准确评估其咳嗽功能,因此本研究在标准中省略了咳嗽此项。若拔管后患儿不能有效排除分泌物,则进行咳痰机辅助咳嗽和负压吸引。其次增加了患儿意识评估,防止婴幼儿受镇痛镇静影响出现呼吸暂停、

呼吸节律不规则等影响拔管。感染指标改为了PCT,可以和血气同时进行监测,更容易及时获得。无创序贯方式撤机的另一个关键点在于拔管后通气氧合功能的监测。治疗组患儿是在未达到传统拔管撤机标准前撤离有创机械通气,可能在拔管后使用无创期间出现通换气功能障碍,因此拔管后持续监测尤为重要。需根据监测的血气结果及时调整无创呼吸机、HFNC参数。部分患儿可能病情变化较快,每日需多次血气监测,但是儿科患者血气较成人更难获得,频繁穿刺患儿烦躁不易安抚,导致大量经口漏气。因此,本研究使用经皮血气监测技术,每日只需一次血气穿刺与之进行校对即可,避免频繁穿刺影响患儿使用无创的效果,也保证了序贯支持过程的安全性。

本研究存在一些不足之处:首先本研究排除了中枢性呼吸衰竭及神经肌肉疾病等慢性呼吸衰竭患儿,对此类患儿进行研究可能会有不同结果。其次,选取的对照组与治疗组不在同一时间段,可能存在流行病原差异,气候变化影响。本研究撤机成功标准仍是2007年ICC制定标准^[11],即在没有任何形式的机械通气情况下维持48 h。但此标准并不包含采用序贯撤机方式的患者。如何定义撤机成功仍然是一个有争议的话题,并且使用无创序贯可能会延长重新插管的时间,使问题复杂化。因此,未来需要多中心研究来探索儿童撤机成功的标准。

* * *

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] NEWTH C J L, KHEMANI R G, JOUVET P A, *et al.* Mechanical ventilation and decision support in pediatric intensive care. *Pediatr Clin N Am*, 2017, 64(5): 1057–1070.
- [2] 陈伟明, 陆国平. 儿童机械通气撤机管理. *中国小儿急救医学*, 2016, 23(6): 369–374.
- [3] ABU-SULTANEH S, HOLE A J, TORI AJ, *et al.* An interprofessional quality improvement initiative to standardize pediatric extubation readiness assessment. *Pediatr Crit Care Med*, 2017, 18(10): e463–e471[2021-04-17]. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001285>.
- [4] KHEMANI R G, HOTZ J, MORZOV R, *et al.* Pediatric extubation readiness tests should not use pressure support. *Intens Care Med*, 2016, 42(8): 1214–1222.
- [5] 王辰, 商鸣宇, 黄克武, 等. 有创与无创序贯性机械通气治疗慢性阻塞性肺疾病所致严重呼吸衰竭的研究. *中华结核和呼吸杂志*, 2000, 23(4): 212–216.
- [6] LAZO K G, BIRMAUM B, ESQUINAS A M, *et al.* High flow versus standard oxygen therapy after noninvasive ventilation withdrawal. *Crit Care Med*, 2019, 47(10): e846–e847[2021-04-17]. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003864>.
- [7] FRAT J P, BRUGIERE B, RAGOT S, *et al.* Sequential application of oxygen therapy via high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute respiratory failure: An observational pilot study. *Resp Care*, 2015, 60(2): 170–178.
- [8] 朱正方, 刘煜昊, 王启星, 等. 经鼻高流量氧疗用于机械通气脱机拔管后序贯治疗的初步评价. *中华危重病急救医学*, 2017, 29(9): 778–782.
- [9] 江载芳, 申昆玲, 沈颖. 诸福棠实用儿科学. 第8版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 2709–2719.
- [10] 葛慧青, 代冰. 高流量氧疗使用手册. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2018: 106–107.
- [11] BÉDUNEAU G, PHAN T, SCHORTGEN F, *et al.* Epidemiology of weaning outcome according to a new definition The WIND Study. *Am J Resp Crit Care*, 2016, 195(6): 772–783.
- [12] YAMAN A, KENDIRLI T, ÇAĞLAR Ö, *et al.* Efficacy of noninvasive mechanical ventilation in prevention of intubation and reintubation in the pediatric intensive care unit. *J Crit Intens Care*, 2016, 32: 175–181.
- [13] CLAYTON J A, MCKEE B, SLAIN K N, *et al.* Outcomes of children with bronchiolitis treated with high-flow nasal cannula or noninvasive positive pressure ventilation. *Pediatr Crit Care Me*, 2019, 20(2): 128–135.
- [14] KOPP W, GEDEIT R G, ASARO L A, *et al.* The impact of preintubation noninvasive ventilation on outcomes in pediatric acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*, 2021, 49(5): 816–827.
- [15] 李琦, 刘双林, 刘刚. 经鼻高流量氧疗与无创正压通气的合理应用. *中华结核和呼吸杂志*, 2020, 43(9): 733–736.
- [16] HAMMAD B, AVINASH R, CURY J D, *et al.* Operator dependent factors implicated in failure of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) for respiratory failure. *Clin Respir J*, 2017, 11(6): 901–905.
- [17] 滕洪云, 程秀玲, 杨万杰, 等. 应用最小漏气法确定人工气道气囊压的临床研究. *中华危重病急救医学*, 2020, 32(4): 439–442.
- [18] SHINOHARA M, IWASHITA M, ABE T, *et al.* Risk factors associated with symptoms of post-extubation upper airway obstruction in the emergency setting. *J Int Med Res*, 2020, 48(5): 300060520926367.
- [19] 吴峤微, 吉山宝, 林嘉, 等. BIPAP正压通气模式在儿童呼吸衰竭有创机械通气治疗中的效果评价. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2020, 1(40): 92–95.
- [20] 杨圣强, 刘贞, 孟素秋, 等. 无创通气联合经鼻高流量氧疗在慢性阻塞性肺疾病机械通气患儿撤机后序贯治疗中的应用价值. *中华医学杂志*, 2020, 100(27): 2116–2120.
- [21] 陈佳, 许芳, 张涛, 等. 不同辅助通气方式预防超低出生体重早产儿拔管失败的临床研究. *中华新生儿科杂志*, 2016, 31(2): 86–90.
- [22] FERGUSON K N, ROBERTS C T, MANLEY B J, *et al.* Interventions to improve rates of successful extubation in preterm infants a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr*, 2017, 171(2): 165–174.
- [23] 陈镜, 苏宇飞, 文俊, 等. 序贯机械通气对重症肺炎伴呼吸衰竭患儿预后的影响. *中国妇幼保健*, 2017, 32(20): 5048–5051.

(2021-05-31收稿, 2022-01-10修回)

编辑 吕 熙