

转运呼吸机在危重患儿院际转运中的应用研究

袁远宏¹ 张慧² 肖政辉¹ 卢秀兰¹ 胥志跃¹张新萍¹ 康霞艳¹ 赵小平¹ 朱丽凤¹

(1. 湖南省儿童医院急救中心, 湖南长沙 410007; 2. 湖南省儿童医院肝病中心, 湖南长沙 410007)

[摘要] **目的** 探讨转运呼吸机在危重患儿院际转运过程中的应用价值。**方法** 选择湖南省儿童医院2018年1月—2019年1月未使用转运呼吸机转运和2019年1月—2020年1月使用转运呼吸机转运的危重患儿分别作为对照组($n=120$)和观察组($n=122$), 对两组病例的一般情况, 转运途中心率、呼吸、经皮血氧饱和度变化, 不良事件发生情况和转归进行对比分析。**结果** 转运前两组患儿性别、年龄、氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)、小儿危重病例评分、转运前病程、原发疾病、心率、呼吸、经皮血氧饱和度的比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。转运途中两组患儿心率、呼吸、经皮血氧饱和度的比较差异无统计学意义($P>0.05$); 观察组气管导管脱管、留置针脱出、心搏骤停发生率低于对照组, 差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组机械通气时间、儿童重症监护病房住院时间较对照组缩短, 转运成功率、治愈及好转率较对照组升高, 差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 转运呼吸机在危重患儿院际转运中的应用可在一定程度上协助提高院际转运的成功率, 改善危重患儿的预后, 值得在院际转运中推广。

[中国当代儿科杂志, 2023, 25 (3): 284-288]

[关键词] 转运呼吸机; 院际转运; 危重患儿

Application of transport ventilator in the inter-hospital transport of critically ill children

YUAN Yuan-Hong, ZHANG Hui, XIAO Zheng-Hui, LU Xiu-Lan, XU Zhi-Yue, ZHANG Xin-Ping, KANG Xia-Yan, ZHAO Xiao-Ping, ZHU Li-Fen. Emergency Center, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China (Xiao Z-H, Email: xzh2010@163.com)

Abstract: **Objective** To study the application value of transport ventilator in the inter-hospital transport of critically ill children. **Methods** The critically ill children in Hunan Children's Hospital who were transported with or without a transport ventilator were included as the observation group (from January 2019 to January 2020; $n=122$) and the control group (from January 2018 to January 2019; $n=120$), respectively. The two groups were compared in terms of general data, the changes in heart rate, respiratory rate, and blood oxygen saturation during transport, the incidence rates of adverse events, and outcomes. **Results** There were no significant differences between the two groups in sex, age, oxygenation index, pediatric critical illness score, course of disease, primary disease, heart rate, respiratory rate, and transcutaneous oxygen saturation before transport ($P>0.05$). During transport, there were no significant differences between the two groups in the changes in heart rate, respiratory rate, and transcutaneous oxygen saturation ($P>0.05$). The incidence rates of tracheal catheter detachment, indwelling needle detachment, and sudden cardiac arrest in the observation group were lower than those in the control group during transport, but the difference was not statistically significant ($P>0.05$). Compared with the control group, the observation group had significantly shorter duration of mechanical ventilation and length of stay in the pediatric intensive care unit and significantly higher transport success rate and cure/improvement rate ($P<0.05$). **Conclusions** The application of transport ventilator in the inter-hospital transport can improve the success rate of inter-hospital transport and the prognosis in critically ill children, and therefore,

[收稿日期] 2022-10-24; [接受日期] 2023-02-06

[基金项目] 湖南省科技厅临床医疗技术创新引导项目(2021SK50501); 湖南省科技创新重点工程项目(2020SK10141-3); 湖南省科技厅重点实验室项目(2018TP1028)。

[作者简介] 袁远宏, 男, 硕士, 副主任医师。

[通信作者] 肖政辉, 女, 教授。Email: xzh2010@163.com。

it holds promise for clinical application in the inter-hospital transport of critically ill children.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2023, 25(3): 284-288]

Key words: Transport ventilator; Inter-hospital transport; Critically ill child

危重患儿院际转运过程中有效的通气是确保转运途中安全的关键,而给氧方式的及时性和有效性是患儿高效转运的基础。呼吸机机械通气能有效维持及改善患者的通气状态,纠正患者低氧血症及改善患者氧输送,减少患者的呼吸做功及氧耗,有效维持患者的呼吸循环功能^[1]。以前受医疗设备条件的限制,普通呼吸机无法在转运车上使用,危重患者的转运呼吸支持多是通过复苏囊加压给氧,随着转运呼吸机的出现,在院际转运中的应用也逐渐增多,转运呼吸机被认为可提高院际转运的效率,改善患儿的预后。本研究对转运呼吸机在危重患儿院际转运过程中的应用效果进行分析,报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集2018年1月—2020年1月湖南省儿童医院转运中心通过院际转运收住儿童重症监护病房(pediatric intensive care unit, PICU)的242例资料完整的危重患儿临床资料。转运前患儿有呼吸机辅助通气的适应证^[2],并均已在当地医院行气管插管呼吸机辅助通气,将2018年1月—2019年1月未使用转运呼吸机转运的122例为对照组,2019年1月—2020年1月使用转运呼吸机转运的120例为观察组。所有家长均签署了转运同意书并已通过我院伦理委员会审查批准(HCHLL-2022-108)。

1.2 转运和研究方法

1.2.1 转运前准备 所有转运的危重患儿均由我院院前转运中心专业的转运团队进行接诊。转运前转运中心医务人员对需转运患儿病情资料进行采集登记,当初步判断适合出诊后,根据病情通知相应的转运小组,转运小组根据病情资料对患儿的病情再次进行评估,并根据患儿病情,参照《重症儿童院际三级转诊专家建议》^[3]中对转运设备及物品配置的要求,配备好相关的转运设备和抢救药品。司机对转运车辆进行检查,确定转运路线,确保路途安全。预计出诊时间和到达时间,做好与当地医院医师和患儿家长的沟通。到达当地医院后转运小组的医生对需转诊的患儿进行全面的检查与评估,详细了解患儿的病情,包

括治疗方案、治疗过程和相关的检查结果。对患儿的病情及转运风险再次做出是否适合转运的判断。专科护士重点检查静脉通路、所用药物、生命体征等。转诊医师转诊前需充分告知家属转运中存在的潜在风险,并获得患儿家属在知情转运同意书上签字同意,同时填好危重症患儿院际转运交接记录单。

1.2.2 转运途中处理 观察组的危重患儿使用转运呼吸机进行机械通气给氧。呼吸机选自瑞士哈美顿医疗公司生产的型号为HAMILTON-C1neo的动力型呼吸机。根据患儿的不同病因、病情、年龄、体重等选择好合适的呼吸机辅助通气模式,设定好呼吸频率、潮气量、分钟通气量、气道压力、峰值压力等呼吸机参数。在转运过程中,确保呼吸机设备电源,氧气瓶备用有充足氧气,呼吸机正常工作。对患儿的体温、心率、血氧饱和度、脉搏等生命体征进行密切的监护观察,根据患儿病情变化适时调整呼吸机的参数。对照组患儿由接诊小组医师和护士轮流使用自动充气式复苏囊(self-inflating bag, SIB)通过气管导管予以加压给氧,根据患儿的实际病情、年龄、体重等选择合适的按压力度频率和给氧流量并适时调整,保证患者呼吸系统正常运行。

1.2.3 转运后的工作 患儿到达医院后通过我院院前转运绿色通道直接收入PICU,转运小组医务人员当面与PICU的值班医师、总住院医师、责任护士做好口头及书面交接工作。对患儿的具体病情,途转运情况及所做处理和用药等进行详细交代,并将当地医院病情资料和转运情况记录单进行交接,双方在转运交接单上签字,交接完成后整理清点药品及设备为下次转运做好准备。记录好转运患儿的姓名和住院号,转运中心对患儿的病情和转归进行追踪记录,并反馈给当地医院。

1.3 观察指标

观察指标包括:(1)转运前的一般情况,包括性别、年龄、转运前病程、小儿危重病例评分(Pediatric Critical Illness Score, PCIS)、原发疾病;(2)转运途中的生命体征变化情况,包括心率、呼吸、血氧饱和度;(3)转运成功率、治愈及好转率、机械通气时间、PICU住院时间;(4)不良

事件的发生情况,包括气管导管脱管例数、留置针脱出例数、心搏骤停发生例数。转运成功的标准^[4]以成功转运至 PICU 超过 72 h 未死亡的患儿判定,治愈及好转率以出院时情况判定。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 18.0 进行统计学分析。符合正态分布的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)描述,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料采用频数/构成比或百分率(%)表示,两组间比较采用 χ^2 检

验或 Fisher 精确概率法; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿一般临床资料比较

两组患儿转运前性别、年龄、PCIS 评分、氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)、转运前病程、原发疾病的比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1~2。

表 1 转运前两组患儿一般情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x}\pm s$, 月)	PCIS 评分 ($\bar{x}\pm s$, 分)	氧合指数 ($\bar{x}\pm s$, mmHg)	转运前病程 ($\bar{x}\pm s$, d)
		男	女				
对照组	122	68	54	30 $\pm$ 12	81 $\pm$ 9	285 $\pm$ 19	13 $\pm$ 4
观察组	120	64	56	30 $\pm$ 11	79 $\pm$ 9	277 $\pm$ 20	14 $\pm$ 5
t/χ^2 值		0.651		0.056	0.836	1.546	0.496
<i>P</i> 值		0.721		0.948	0.538	0.322	0.634

注:[PCIS 评分] 小儿危重病例评分;氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$): 1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 转运前两组患儿原发疾病种类 [例(%)]

组别	例数	呼吸系统	循环系统	神经系统	消化系统	其他
对照组	122	76(62.2)	20(16.4)	15(12.3)	8(6.6)	3(2.5)
观察组	120	74(61.7)	19(15.8)	16(13.3)	9(7.5)	2(1.7)
χ^2 值		0.302	0.135	0.061	0.048	0.212
<i>P</i> 值		0.529	0.826	0.976	0.832	0.914

2.2 转运前和转运途中两组患儿心率、呼吸、血氧饱和度的比较

转运前两组患儿心率、呼吸、经皮血氧饱和度的比较差异无统计学意义($P>0.05$);转运途中

两组患儿心率、呼吸频率均有轻度增加,经皮血氧饱和度均有轻度下降,两组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 3 两组患儿心率、呼吸、血氧饱和度比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	心率(次/min)		呼吸(次/min)		经皮血氧饱和度(%)	
		转运前	转运途中	转运前	转运途中	转运前	转运途中
对照组	122	145 $\pm$ 18	153 $\pm$ 21	43 $\pm$ 8	50 $\pm$ 8	90 $\pm$ 7	89 $\pm$ 10
观察组	120	141 $\pm$ 17	149 $\pm$ 21	42 $\pm$ 6	49 $\pm$ 5	92 $\pm$ 7	89 $\pm$ 8
<i>t</i> 值		1.478	1.343	1.560	1.064	2.32	1.543
<i>P</i> 值		0.432	0.195	0.832	0.361	0.397	0.820

2.3 转运途中两组患儿不良事件发生情况比较

观察组气管导管脱管、留置针脱出、心搏骤停发生率低于对照组,但两组比较差异无统计学意义($P>0.05$);在气管导管堵管发生率上两组比较差异亦无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

2.4 两组患儿转归情况比较

转运后观察组机械通气时间、PICU 住院时间较对照组缩短,转运成功率、治愈及好转率较对照组升高,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 5。

表 4 两组患儿不良事件比较 [例 (%)]

组别	例数	气管导管脱管	气管导管堵管	留置针脱出	心搏骤停
对照组	122	5(4.1)	2(1.6)	4(3.3)	3(2.5)
观察组	120	1(0.8)	2(1.7)	1(0.8)	1(0.8)
P值		0.213	1.000	0.370	0.622

注：Fisher精确概率法统计。

表 5 两组患儿转运成功及预后指标变化比较

组别	例数	机械通气时间 ($\bar{x} \pm s, h$)	PICU 住院时间 ($\bar{x} \pm s, h$)	转运成功率 [例(%)]	治愈及好转率 [例(%)]
对照组	122	163 $\pm$ 45	341 $\pm$ 88	114(93.4)	109(89.3)
观察组	120	151 $\pm$ 30	233 $\pm$ 51	117(97.5)	111(92.5)
χ^2 值		7.365	7.791	4.754	4.320
P值		0.007	<0.001	0.030	0.038

3 讨论

儿童危重症起病急、变化快、发展迅猛、病死率高，而基层医院由于受医疗设备和技术等条件的限制，危重患儿常需通过院间转诊。院际转运是危急重症患儿维系生命的重要枢纽，转运过程中受疾病的严重程度、转诊急救团队专业技能和转运设备等诸多因素的影响，如何安全有效地进行院际转运是危急重症患者维系生命的重要环节。

对于危重患儿，建立有效的通气是确保转运途中安全的关键，而给氧方式的及时性和有效性是患儿高效转运的基础。以前受条件所限传统呼吸机无法在转运途中使用，在缺乏转运机械通气设备时期，严重呼吸衰竭的危重患儿多以充气式复苏囊手控通气进行转运，随着医学设备技术的发展，转运呼吸机应运而生，目前在院际转运中的应用也越来越多。转运呼吸机具有体积小，携带方便，操作简单等优点。转运呼吸机的工作原理是通过机械装置辅助急危重症患者完成呼吸运动，首先是解决了人工气囊辅助通气不稳定的问题，减少气压伤，同时减少急救人员的操作工作，提高转运效率。此外呼吸机还能更好地改善和增加急危重症患者的呼吸功能，在转运或院前急救过程中更好地控制通气量，纠正低碳酸血症和低氧血症^[5]。2022 年中国危重症患者院际转运专家共识组编写的《危重症患者院际转运专家共识》^[6]中也将转运呼吸机列为了院际转运的重要设备，对中风险以上的危重患者院际转运呼吸机均应作为设备配备标准，作为强推荐指标。

从本次车载呼吸机应用后的研究结果分析，在心率、呼吸、血氧饱和度改善方面，观察组与对照组差异不明显，这与罗朝汉等^[7]报道的心率、呼吸有较明显的改善并不完全一致，分析原因可能与本组危重患儿在转运途中有较好的专业转运团队，对患儿的镇痛镇静做得比较到位，同时对患儿的监护比较到位，适时地调整了患儿的给氧流量和复苏囊的捏压频率等处理有关，使得患儿在转运途中心率、呼吸、血氧饱和度的改变并不明显。在不良事件发生方面，观察组在气管导管脱管、留置针脱出、心搏骤停发生率虽低于对照组，但差异无统计学意义，气管导管堵管发生率的比较，差异亦无统计学意义。不良事件的发生也并没有如我们预期的明显减少，分析原因考虑为不良事件的发生是受疾病本身严重程度等多因素影响，其次可能与我们入选的病例数相对较少有关。有研究显示，在急诊患儿转运中不良事件的发生有 45.9% 与设备因素有关^[8]。Bishr 等^[9]认为，危重患者转运过程中不良事件的风险与患者的潜在疾病和呼吸支持程度与方式密切相关。合理的镇痛镇静也是减少转运途中不良事件发生的一个重要因素，莫武桂等^[10]应用程序化镇痛镇静对呼吸机辅助通气危重症患儿的院际转运取得较好效果，可降低转运过程中不良事件的发生率。在转归方面，观察组患儿的转运成功率、治愈和有效率高于对照组，机械通气时间、PICU 住院时间较对照组缩短，差异有统计学意义，提示车载呼吸机在一定程度上能协助提高危重患儿转运的成功率，改善患儿的预后。这与刘福刚^[11]及朱庆军等^[12]对车载呼吸机在危重患者急救和转运中的

研究观察一致。

危重患儿转运成功与否受多因素的影响，相对先进和良好的转运设备配置是基础；专业的转运团队能准确判断病情，同时根据病情熟练地选择和使用各种相关的转运设备是关键；优化的转运流程、监护措施和合适的镇痛镇静是保障。转运人员应提前对转运设备进行专业化培训，出诊前对设备进行双重检查及让有重症专业背景的专科医师进行专业护送。在转运前对患者的生理状态进行尽可能的优化，能有效减少不良事件的发生，提高转运效率。有研究显示转诊前参照标准化《危重患者院际转运核查单》的设置，核查转运人员配备、设备配备和药品准备，能有效促进患者转运的安全^[13-14]。对于转运呼吸机在转诊中的应用需要特别强调的是，转运人员需提前了解转运呼吸机的各项功能和参数值，熟悉调试程序，熟练掌握呼吸机使用方法，按照规范化流程操作，掌握各项适应证，选择合适的呼吸机模式，准确预测并判断出呼吸机使用中可能出现的问题，并及时做出处理。当然，转诊危重患儿的最终转归受患儿疾病严重程度、转运的路途情况和花费时间，以及转运的专业程度等多因素的影响^[15]，本文为非同期对照性的回顾性分析，数据可能存在偏差，相关的结论也可能存在着一定的局限，后续需要有多中心前瞻性的更大样本量的研究进一步证实。

综上所述，转运呼吸机在危重患儿院际转运中的应用可在一定程度上协助提高院际转运中的成功率，改善危重患儿的预后，值得在危重患儿院际转运中推广应用。

利益冲突声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 蒋其婉. 急危重患者院前急救及转运中车载呼吸机的应用研究[J]. 世界最新医学信息文摘, 2015, 15(26): 58. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3141.2015.26.043.
- [2] 赵祥文, 肖政辉. 儿科急诊医学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2022: 756-770.
- [3] 中华医学会急诊医学分会儿科学组, 中华医学会儿科学分会急救学组, 中国医师协会儿童重症医师分会. 重症儿童院际三级转诊专家建议[J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(8): 573-575. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.08.006.
- [4] 莫武桂, 韦蓉, 唐育鹏, 等. 优化危重症患儿院前急救转运系统的安全性研究[J]. 中国小儿急救医学, 2016, 23(12): 842-845. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2016.12.010.
- [5] 陈峥嵘. 急诊危重病人抢救过程中携带便携式呼吸机可提高心肺复苏成功率[J]. 基因组学与应用生物学, 2018, 37(11): 4926-4930. DOI: 10.13417/j.gab.037.004926.
- [6] 危重症患者院际转运专家共识组, 国家急诊专业质控中心. 危重症患者院际转运专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(1): 17-23. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.01.005.
- [7] 罗朝汉, 王海林, 次珍. 便携式呼吸机在急诊危重症患者中的应用[J]. 实用中西医结合临床, 2017, 17(6): 65-66. DOI: 10.13638/j.issn.1671-4040.2017.06.041.
- [8] Papsen JP, Russell KL, Taylor DM. Unexpected events during the intrahospital transport of critically ill patients[J]. Acad Emerg Med, 2007, 14(6): 574-577. PMID: 17535981. DOI: 10.1197/j.aem.2007.02.034.
- [9] Haydar B, Baetzel A, Elliott A, et al. Adverse events during intrahospital transport of critically ill children: a systematic review[J]. Anesth Analg, 2020, 131(4): 1135-1145. PMID: 32925334. DOI: 10.1213/ANE.00000000000004585.
- [10] 莫武桂, 韦蓉, 唐育鹏, 等. 镇痛镇静在机械通气危重症患儿院际转运应用的安全性研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2017, 12(5): 420-423.
- [11] 刘福刚. 急危重患者院前急救及转运中车载呼吸机的应用研究[J]. 中国医疗器械信息, 2018, 24(15): 113-114. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6586.2018.15.050.
- [12] 朱庆军, 孙蕾, 赵建奇. 转运呼吸机在急诊危重症患者院前急救中的应用效果分析[J]. 系统医学, 2019, 4(19): 40-42. DOI: 10.19368/j.cnki.2096-1782.2019.19.040.
- [13] The Intensive Care Society. Guidelines for the transport of the critically ill adult (3rd edition 2011) [EB/OL]. [2021-06-16]. https://www.cc3n.org.uk/uploads/9/8/4/2/98425184/transport_of_critically_ill_adults_2011_1_.pdf.
- [14] Malpass HC, Enfield KB, Keim-Malpass J, et al. The interhospital medical intensive care unit transfer instrument facilitates early implementation of critical therapies and is associated with fewer emergent procedures upon arrival[J]. J Intensive Care Med, 2015, 30(6): 351-357. PMID: 24509493. DOI: 10.1177/0885066614521964.
- [15] 孙跃玉, 昌艳军, 郭予雄, 等. 远距离院际转运 507 例危重症患儿回顾性分析[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2013, 28(6): 407-410. DOI: 10.3760/j.issn.2095-428X.2013.06.003.

(本文编辑: 李惠清)