

• 发明与专利 •

便携式早产儿转运呼吸装置的设计及其在基层医院极早产儿院内转运中的应用

章黎娟 顾水琴 郑萍 纪小艺 黄华飞

嘉兴市妇幼保健院新生儿重症监护室, 嘉兴 314051

通信作者: 顾水琴, Email: 476472957@qq.com

【摘要】目的 设计一种便携式早产儿转运呼吸装置,并探讨其在基层医院极早产儿院内转运中的应用效果。**方法** 采用前瞻性随机对照研究方法,选择 2023 年 5 月至 10 月于嘉兴市妇幼保健院出生且在氧疗支持下转运进入新生儿重症监护病房(NICU)的极早产儿作为研究对象,按照随机数字表法分为对照组和观察组。对照组采用传统 T 组合复苏器连接纯氧的方式提供呼吸支持,实施院内转运;观察组采用自行设计制作的便携式早产儿转运呼吸装置提供呼吸支持,实施院内转运。早产儿转运呼吸装置为 304 不锈钢材质,主要由 T 组合复苏器、空氧混合器、空气罐、纯氧气瓶、减压阀、伸缩杆、托盘、挂钩、底板、移动轮等组成,可实现转运过程中吸入氧浓度(F_iO_2)的精准控制。观察两组患儿院内转运进入 NICU 后首次目标脉搏血氧饱和度(SpO_2)达标率(SpO_2 达到 0.90~0.95 为达标)和动脉血氧分压(PaO_2),以及转运所需人力支出及时间。**结果** 最终共 73 例极早产儿纳入分析,其中对照组 38 例,观察组 35 例。两组患儿性别、出生胎龄、出生体质量、分娩方式、出生后 1 min 和 5 min 新生儿窒息评分(Apgar 评分)、转运途中氧疗方式差异均无统计学意义。观察组患儿转入 NICU 后首次目标 SpO_2 达标率显著高于对照组[94.29% (33/35) 比 26.32% (10/38), $P<0.05$], PaO_2 控制范围更佳[mmHg (1 mmHg=0.133 kPa): 85.50 ± 6.36 比 103.00 ± 2.83 , $P<0.05$],转运所需人力支出及时间均显著减少[人力支出(名): 2.14 ± 0.35 比 3.17 ± 0.34 ,转运所需时间(min): 10.42 ± 0.76 比 15.54 ± 0.34 ,均 $P<0.05$]。**结论** 便携式早产儿转运呼吸装置用于基层医院极早产儿院内转运途中呼吸支持,可提高目标 SpO_2 达标率、控制 PaO_2 在目标值范围,避免转运途中发生低氧或高氧血症。该呼吸装置体型小巧,携带方便,可节约转运所需人力资源及时间,且经济实惠,易于在基层医院推广应用。

【关键词】 极早产儿; 基层医院; 院内转运; 氧疗安全; 便携式

基金项目: 国家实用新型专利(ZL 2023 2 1489355.2);浙江省医药卫生科技计划项目(2024KY449);浙江省嘉兴市科技计划项目(2022AD30090)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240809-00676

Design of portable respiratory device for transporting premature infants and application in the in-hospital transportation of extremely premature infants in primary hospitals

Zhang Lijuan, Gu Shuiqin, Zheng Ping, Ji Xiaoyi, Huang Huafei

Department of Neonatal Intensive Care Unit, Jiaxing Maternal and Child Health Hospital, Jiaxing 314051, China

Corresponding author: Gu Shuiqin, Email: 476472957@qq.com

【Abstract】 Objective To design a portable respiratory device for transporting premature infants and explore its application effect in the in-hospital transportation of extremely premature infants in primary hospitals. **Methods** A prospective randomized controlled trial was conducted. The extremely premature infants born and transferred to neonatal intensive care unit (NICU) with oxygen therapy support from May to October in 2023 were selected and randomly divided into control group and observation group. The infants in the control group received respiratory support and in-hospital transportation using a traditional T-combination resuscitator connected to pure oxygen, and those in the observation group used a portable premature infant transport respiratory device designed and manufactured by medical staff to provide respiratory support and implement in-hospital transportation. The respiratory device for transporting premature infants is made of 304 stainless steel material, mainly consisting of a T-combination resuscitator, an air oxygen mixer, an air tank, a pure oxygen cylinder, a pressure reducing valve, a telescopic rod, a tray, a hook, a bottom plate, and four moving wheels, which can achieve precise control of the fraction of inspired oxygen (F_iO_2) during transportation. The achievement rate of first-time target pulse oxygen saturation (SpO_2 , achieving a target SpO_2 of 0.90–0.95 was considered as meeting the standard) and arterial partial pressure of oxygen (PaO_2) after being transferred to the NICU, as well as the manpower expenditure and time required for transportation of pediatric patients between the two groups were observed. **Results** A total of 73 extremely premature infants were enrolled, including 38 in the control group and 35 in the observation group. There was no significant difference in the gender, gestational age at birth, birth weight, mode of delivery, Apgar score at 1 minute and 5 minutes after birth, and oxygen therapy during the transportation between the two groups. The achievement rate of first-time target SpO_2 after NICU in the observation group was significantly higher than that in the control group [94.29% (33/35) vs. 26.32% (10/38), $P<0.05$], the PaO_2 control range was better

[mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa): 85.50 ± 6.36 vs. 103.00 ± 2.83 , $P < 0.05$], manpower expenditure and time required for transportation were significantly reduced [manpower expenditure (number): 2.14 ± 0.35 vs. 3.17 ± 0.34 , time required for transportation (minutes): 10.42 ± 0.76 vs. 15.54 ± 0.34 , both $P < 0.05$]. **Conclusions** The portable respiratory device for transporting premature infants is used for respiratory support during the transportation of extremely premature infants in primary hospitals. It can improve the achievement rate of target SpO_2 , control PaO_2 within the target range, and avoid hypoxia or hyperoxia during transportation. The breathing apparatus is compact, easy to carry, can save labor resources and time during transport, is cost-effective, and is suitable for widespread application in primary hospitals.

【Key words】 Extremely premature infant; Primary hospital; In-hospital transportation; Oxygen therapy safety; Portable

Fund program: National Utility Model Patent of China (ZL 2023 2 1489355.2); Zhejiang Provincial Medical and Health Science and Technology Planning Project (2024KY449); Jiaxing Science and Technology Planning Project in Zhejiang Province (2022AD30090)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240809-00676

极早产儿是指胎龄 <32 周的早产儿,由于其肺部功能和呼吸中枢发育不成熟,出生时普遍需要呼吸支持^[1]。氧气是呼吸支持不可或缺的一部分,极早产儿器官发育不成熟,对氧的耐受性较差,氧气过量会引起氧化应激和组织损伤,低氧则会明显增加病死率,从而导致预后不良^[2-3]。因此,控制吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO_2)、监测氧疗过程至关重要。我国新生儿复苏指南建议,对于需要呼吸支持的新生儿,采用T组合复苏器提供恒定的气道峰压(peak airway pressure, P_{peak})及呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP),推荐使用空氧混合器控制目标脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO_2)^[4],从而提高早产儿复苏效率和安全性。一项针对江苏省28家三级医院中极早产儿早期呼吸管理状况的调查显示,有85.7%的医院在产房配备了T组合复苏器,仅有67.9%的医院配备了空氧混合器,院内转运时以上设备更少,限制了转运途中T组合复苏器的广泛应用^[5],与欧美国家差距较大^[6-7]。受医护人员对极早产儿氧疗安全意识淡薄、医院设备经费投入限制等影响,基层医院在实施院内转运过程中往往以T组合复苏器或简易呼吸囊连接纯氧后给予呼吸支持代替昂贵的转运呼吸机,存在高氧损伤或给氧浓度不稳定的风险。基于指南要求并结合目前极早产儿院内转运呼吸管理现状,本院新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)的医护人员自行设计制作了一种便携式早产儿转运用呼吸装置(以下简称呼吸装置),获得了国家实用新型专利(专利号:ZL 2023 2 1489355.2),自2023年5月起应用于基层医院极早产儿院内转运时的呼吸支持,取得了较好成效,现介绍如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象:采用前瞻性随机对照研究方法,选择2023年5月至10月于本院出生并在氧疗支持下转运进入NICU的极早产儿作为研究对象。本研究符合医学伦理学标准,通过了医院伦理委员会审批[审批号:2021(医伦)-95],所有法定监护人均知情并同意。

1.1.1 纳入标准:①出生胎龄28~32周;②出生后1 min和5 min新生儿窒息评分(Apgar评分) >3 分;③转运途中需要呼吸支持;④家属有救治愿望。

1.1.2 排除标准:①严重先天畸形、染色体异常;②因各种

原因放弃治疗、转院或死亡。

1.2 研究分组及转运过程中呼吸支持方式:按照随机数字表法将患者分为对照组和观察组。对照组采用常规氧疗方法进行院内转运,观察组采用呼吸装置进行院内转运。

1.2.1 对照组:早产儿出生前,新生儿科医生将T组合复苏器连接于产房或手术室内的空氧混合器,调节好各项参数后等待分娩。早产儿出生后,根据需要实施复苏。复苏成功并接到转运指令后,由分娩室或手术室护士准备纯氧气瓶及其他急救物资,3人协同安置早产儿于暖箱中。如早产儿已建立高级气道或需要面罩给氧,则由1名新生儿科医生将T组合复苏器连接纯氧后实施呼吸支持,2名护士协助运送暖箱,1名护士协助摆放并固定T组合复苏器、运送抢救箱等急救物资。

1.2.2 观察组:早产儿出生前,新生儿科医生将呼吸装置准备在辐射床旁(图1),调节好各项参数后等待分娩。早产儿出生后,立即使用呼吸装置进行复苏或处理。复苏成功并接到转运指令后,3人协同移动早产儿及呼吸装置,将早产儿放入转运暖箱,并将呼吸装置固定在暖箱上。如早产儿已建立高级气道或需要面罩给氧,则由2名护士负责运送暖箱,1名新生儿科医生立于暖箱左侧,用T组合复苏器持续给予呼吸支持,并观察早产儿病情变化。



图1 便携式早产儿转运用呼吸装置的正面(A)和侧面(B)实物图

1.2.2.1 呼吸装置的组成(图 2):呼吸装置主要由 T 组合复苏器、空氧混合器、空气罐(盛装有符合医疗标准的空气)、纯氧气瓶(盛装有医用纯氧)、减压阀、伸缩杆、托盘、挂钩、底板、移动轮等组成。整个呼吸装置的支架均为 304 不锈钢材质,方便清洁与消毒,且不易生锈。

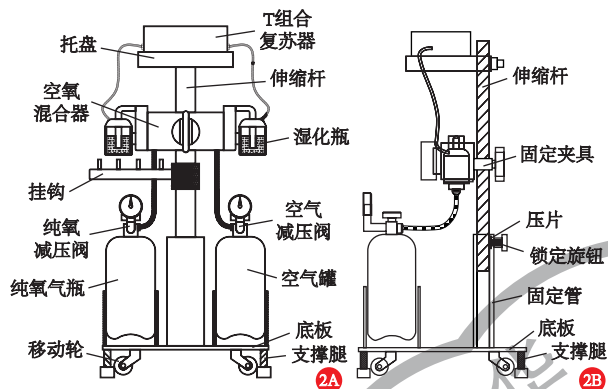


图 2 便携式早产儿转运用呼吸装置的正面(A)和侧剖(B)结构示意图

1.2.2.2 呼吸装置的制作方法:呼吸装置的底板下方安装有 4 个移动轮,带刹车,可 360° 旋转。底板上方安装有两个圆形护栏,其内分别放置空气罐和纯氧气瓶,均有效固定,防止倾倒。底板中央、空气罐与纯氧气瓶中间安装有伸缩杆,其高度可随需要调节。空气罐与纯氧气瓶稍上方处,在伸缩杆上安装有固定夹具,用于固定空氧混合器。伸缩杆上端设有托盘,可拆卸,高度可调节,用于摆放 T 组合复苏器等。空气罐和纯氧气瓶的出口均安装有减压阀,减压阀的出口分别与空氧混合器的底端相连通,混合后气体经过湿化瓶湿化后,通过氧气连接管进入 T 组合复苏器,到达患者端。

1.2.2.3 呼吸装置的使用方法:① 将呼吸装置的挂钩固定在转运暖箱一端,使呼吸装置与暖箱成为一体,转运时呼吸装置可以随暖箱移动而移动,同时将抢救物资及 T 组合复苏器置于托盘上。使用呼吸装置时,安装湿化瓶,打开空气罐和纯氧气瓶大开关,将减压阀调至 0.4 MPa。当早产儿需要复苏时,调节空氧混合器参数:氧流量为 10 L/min、28~32 周早产儿 FiO_2 为 0.21~0.30,同时,调节 T 组合复苏器参数:吸气峰压为 20~25 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa)、呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)为 6~8 cmH₂O、Ppeak 为 40 cmH₂O^[8],参数调节完毕即开始复苏。② 根据新生儿复苏及管理相关指南和文献制定集束化呼吸管理方案^[4-5,9]。

新生儿复苏团队在分娩前先进行评估,根据需要准备人员、药品、物品和呼吸支持设备,提前预热好转运暖箱。早产儿出生后包裹塑料薄膜置于辐射保暖台上、保持呼吸道通畅、擦干和刺激,评估呼吸和心率,根据需要实施复苏。复苏开始即采用 SpO₂ 测量仪进行监测,用于指导 FiO₂ 调节,使 SpO₂ 控制在 0.90~0.95 的目标值范围^[10]。初步复苏完成后,由新生儿科医生进行转运前评估,发出转运指令,医护协同将新生儿置于转运暖箱,连接转运用呼吸支持设备,通知 NICU 及电梯后实施转运。院内转运由助产士或手术室护士协助新生儿科医生共同完成。转运前,产房或手术室护士记录转交接单,包括患儿转运开始时间、SpO₂、心率、体温、呼吸情况、参与转运人员等。到达 NICU 后,妥善安置患儿并记录转运结束时间(入 NICU 时间)、生命体征、SpO₂。

1.3 评价指标

1.3.1 转运所需人力支出:将早产儿自产房或手术室转运至 NICU 所需最少转运医护人员数。

1.3.2 转入 NICU 后首次目标 SpO₂ 达标率:转入 NICU 后首次 SpO₂ 达到 0.90~0.95 为达标, >0.95 或 <0.90 为不达标^[11]; 达标率=达标例数/总例数×100%, 不达标率=不达标例数/总例数×100%。

1.3.3 转入 NICU 后首次动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂):患儿转入 NICU 后 30 min 内 PaO₂。

1.3.4 转运所需时间:转运所需时间是指从转运开始至转运结束的总时间。转运开始时间是指新生儿科医生完成转运前评估后发出转运指令的时间;转运结束时间是指患儿转入 NICU 后进入病房大门的时间。

1.4 统计学方法:应用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计学分析。计量资料均符合正态分布,故用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数(百分比)表示,两组间比较则采用 χ^2 检验。检验水准 α 值取单侧 0.05。

2 结果

2.1 两组一般资料比较(表 1):最终共 73 例极早产儿纳入分析,其中对照组 38 例,观察组 35 例。两组患儿性别、出生胎龄、出生体质量、分娩方式、出生后 1 min 和 5 min Apgar 评分、转运途中氧疗方式差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.2 两组评价指标比较(表 2):与对照组比较,观察组患儿转入 NICU 首次目标 SpO₂ 达标率显著升高,首次 PaO₂ 控制范围更佳,转运所需人力支出及时间均显著减少(均 $P<0.05$)。

表 1 不同方式呼吸支持下实施院内转运两组极早产儿一般资料比较

组别	例数 (例)	性别〔例(%)〕		出生胎龄 (周, $\bar{x} \pm s$)	出生体质量 (g, $\bar{x} \pm s$)	分娩方式〔例(%)〕			Apgar 评分(分, $\bar{x} \pm s$)		转运途中氧疗方式〔例(%)〕		
		男性	女性			自然分娩	臀位助产	剖宫产	1 min	5 min	鼻导管	面罩	气管插管
对照组	38	15(39.47)	23(60.53)	30.8±1.1	1 426.71±286.73	18(47.37)	0(0)	20(52.63)	6.50±0.71	7.50±0.71	33(86.84)	1(2.63)	4(10.53)
观察组	35	19(54.29)	16(45.71)	31.0±1.0	1 495.00±77.78	10(28.58)	2(5.71)	23(65.71)	6.80±0.62	7.40±0.74	30(85.71)	2(5.71)	3(8.58)
χ^2/t 值		1.606		0.810	1.363	4.379			1.916	0.589	0.497		
<i>P</i> 值		0.205		0.420	0.177	0.112			0.059	0.558	0.780		

注:对照组采用 T 组合复苏器连接纯氧提供呼吸支持,观察组采用自行设计制作的便携式早产儿转运用呼吸装置提供呼吸支持;Apgar 评分为新生儿窒息评分

表 2 不同方式呼吸支持下实施院内转运两组极早产儿转运相关指标比较

组别	例数 (例)	目标 SpO ₂ 达标情况 [例 (%)]		PaO ₂ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)
		达标	不达标	
对照组	38	10 (26.32)	28 (73.68)	103.00 ± 2.83
观察组	35	33 (94.29)	2 (5.71)	85.50 ± 6.36
χ^2/t 值		34.771		15.394
P 值		<0.001		<0.001

组别	例数 (例)	转运所需人力支出 (名, $\bar{x} \pm s$)	转运所需时间 (min, $\bar{x} \pm s$)
对照组	38	3.17 ± 0.34	15.54 ± 0.34
观察组	35	2.14 ± 0.35	10.42 ± 0.76
t 值		12.750	37.655
P 值		<0.001	<0.001

注: 对照组采用 T 组合复苏器连接纯氧提供呼吸支持, 观察组采用自行设计制作的便携式早产儿转运用呼吸装置提供呼吸支持; PaO₂ 为动脉血氧分压; 脉搏血氧饱和度 (SpO₂) 达到 0.90 ~ 0.95 为达标, >0.95 或 <0.90 为不达标; 1 mmHg = 0.133 kPa

3 讨论

3.1 呼吸装置在院内转运中可较好地控制目标 SpO₂、PaO₂: 缺氧或高氧均会对早产儿不成熟的组织器官造成损伤, 应根据 SpO₂ 及时调节 FiO₂^[12]; 早产儿固有的呼吸不稳定加上资源限制, 往往导致无法将 SpO₂ 维持在目标范围^[13]。本研究显示, 观察组患儿转入 NICU 后首次目标 SpO₂ 达标率显著高于对照组, 且 PaO₂ 控制范围更佳。这主要是因为观察组转运途中通过空氧混合器精准控制 FiO₂, 而对照组使用纯氧, 导致 SpO₂、PaO₂ 均超过目标值, 存在高氧损伤风险。可见, 呼吸装置可避免极早产儿院内转运途中高氧或低氧血症、过度通气等造成的损伤^[14-15], 实现转运途中氧疗安全管理^[4]。

3.2 呼吸装置可节约院内转运所需人力资源和时间: 呼吸装置可通过挂钩与转运床成为一体, 并通过滑轮随转运床移动; 托盘除放置 T 组合复苏器外, 还可放置其他必要抢救物资。本研究显示, 观察组转运所需人员支出和时间较对照组显著减少, 节约了人力成本, 提高了转运效率及安全性。

3.3 呼吸装置体型小巧, 使用便捷、安全, 经济实惠: 呼吸装置的 4 个万向轮使运送更轻便, 其中 2 个轮子带刹车, 可防止因呼吸装置移动而发生意外或影响操作。空气罐与纯氧气瓶分别放入圆形护栏内, 可有效固定, 保证用氧安全^[16-17]。呼吸装置体型小巧, 可轻松推至产房、手术室的各个区域实施呼吸支持; 转运途中将挂钩固定在暖箱扶手上, 并可根据固定部位宽度随意调节, 轻松进出大小不同的电梯。呼吸装置可满足 T 组合复苏器、简易呼吸器、面罩给氧、鼻导管吸氧等多种氧疗方式, 并可满足不同 FiO₂、氧流量需求。该呼吸装置较转运呼吸机的价格更低廉, 易于在基层医院推广应用。

3.4 呼吸装置的不足: 呼吸装置的托盘缺少固定带, 使用时需防坠落, 后期可增加绑带以固定物品, 保障使用安全。

综上所述, 呼吸装置能较好地解决基层医院极早产儿院内转运过程中 FiO₂ 的精准控制, 维持目标 SpO₂ 及 PaO₂, 并稳定给氧, 避免短期高氧或低氧损害。呼吸装置的便携式设计使应用更便捷, 携带方便, 节约了人力及时间, 且经济实惠,

可推广应用于基层医院极早产儿院内转运。本次仅对在本院出生的早产儿出生时院内转运至 NICU 过程中的氧疗管理进行研究, 转运路程及氧疗时间均较短, 具有一定的局限性, 后期可将呼吸装置用于院内外出检查时的控氧设备, 进而扩大样本量, 验证该装置的应用效果。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 章黎娟: 酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、分析/解释数据、起草文章、对文章的知识性内容作批评性审阅、获取研究经费; 顾水琴: 酝酿和设计实验, 对文章的知识性内容作批评性审阅、行政、技术或材料支持、指导、支持性贡献; 郑萍: 实施研究、采集数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、指导; 纪小艺: 对文章的知识性内容作批评性审阅、获取研究经费、指导; 黄华飞: 分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、统计分析

参考文献

- [1] 高亚, 陈信, 张阵, 等. 经鼻持续气道正压通气与振动网格雾化吸入肺表面活性物质联合治疗新生儿呼吸窘迫综合征的疗效和安全性 [J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34 (1): 80-84. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210602-00815.
- [2] Kapadia V, Oei JL. Optimizing oxygen therapy for preterm infants at birth: are we there yet? [J]. Semin Fetal Neonatal Med, 2020, 25 (2): 101081. DOI: 10.1016/j.siny.2020.101081.
- [3] 陈玲玲, 张勇, 魏黑蒙. 减轻新生儿肺损伤的抗氧化机制研究进展 [J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34 (2): 207-210. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210521-00757.
- [4] 中国新生儿复苏项目专家组, 中华医学会围产医学分会新生儿复苏学组. 中国新生儿复苏指南 (2021 年修订) [J]. 中华围产医学杂志, 2022, 25 (1): 4-12. DOI: 10.3760/cma.j.cn113903-20211122-00967.
- [5] 江苏省新生儿复苏临床研究协作组. 江苏省 28 家医院胎龄 < 32 周早产儿早期稳定管理状况调查 [J]. 中华新生儿科杂志 (中英文), 2023, 38 (1): 12-17. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2023.01.004.
- [6] Shah V, Hodgson K, Seshia M, et al. Golden hour management practices for infants < 32 weeks gestational age in Canada [J]. Paediatr Child Health, 2018, 23 (4): e70-e76. DOI: 10.1093/pcp/pxx175.
- [7] Hodgson KA, Owen LS, Lui K, et al. Neonatal golden hour: a survey of Australian and New Zealand Neonatal Network units' early stabilisation practices for very preterm infants [J]. J Paediatr Child Health, 2021, 57 (7): 990-997. DOI: 10.1111/jpc.15360.
- [8] Weiner GM, Zaichkin J, Kattwinkel J. Textbook of neonatal resuscitation [M]. 7th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics and American Heart Association, 2016.
- [9] 中国医师协会新生儿科医师分会. 新生儿转运工作指南 (2017 版) [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2017, 32 (20): 1543-1546. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2017.20.006.
- [10] 黄丹, 黄英, 金宏娟, 等. 经皮氧饱和度趋势直方图在胎龄 ≤ 32 周早产儿机械通气中的应用价值 [J]. 中华新生儿科杂志, 2020, 35 (6): 439-442. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2020.06.009.
- [11] Committee on Fetus and Newborn. Oxygen targeting in extremely low birth weight infants [J]. Pediatrics, 2016, 138 (2): e20161576. DOI: 10.1542/peds.2016-1576. Erratum in: Pediatrics, 2016, 138 (6): e20162904. DOI: 10.1542/peds.2016-2904.
- [12] 中国医师协会新生儿科医师分会, 中国医院协会妇产医院管理分会围产医学学组, 中国妇幼保健协会新生儿保健专业委员会. 极早产儿产房过渡期管理专家共识 [J]. 中华围产医学杂志, 2022, 25 (6): 401-411. DOI: 10.3760/cma.j.cn113903-20220108-00027.
- [13] Claire N, Bancalari E. Targeting arterial oxygen saturation by closed-loop control of inspired oxygen in preterm infants [J]. Clin Perinatol, 2019, 46 (3): 567-577. DOI: 10.1016/j.clp.2019.05.007.
- [14] Cannavo L, Perrone S, Viola V, et al. Oxidative stress and respiratory diseases in preterm newborns [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22 (22): 12504. DOI: 10.3390/ijms222212504.
- [15] Novak CM, Ozen M, Burd I. Perinatal brain injury: mechanisms, prevention, and outcomes [J]. Clin Perinatol, 2018, 45 (2): 357-375. DOI: 10.1016/j.clp.2018.01.015.
- [16] 卢斌华, 陈惠卿, 倪淑红, 等. 患者转运车氧气瓶固定装置的设计与应用 [J]. 中华现代护理杂志, 2017, 23 (10): 1413-1414. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2017.10.020.
- [17] 单荣芳, 张琳. 新型安全平稳氧气瓶转运装置在转运中的应用效果 [J]. 医疗装备, 2020, 33 (13): 121-123. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2376.2020.13.067.

(收稿日期: 2024-08-09)
(本文编辑: 孙茜 马英)