

## 装载可调节氧流量氧气钢瓶转运推车的设计与应用分析

刘会新<sup>1</sup> 李婷<sup>1</sup> 滕洪云<sup>1</sup> 史万超<sup>2</sup>

天津市第五中心医院<sup>1</sup>重症医学科,<sup>2</sup>急诊医学科,天津 300450

通信作者:滕洪云, Email: chuxiangnan@263.com

**【摘要】** 目的 设计一款应用于急诊重症监护病房(EICU)和重症医学科危重症患者转运过程中的氧疗供应装置,评价其临床应用效果。**方法** 通过场景化设计方法,采用访谈法征求意见进行氧气钢瓶转运推车的设计。应用填表方式记录 58 名医护人员在临床使用装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车过程,包括其能否独立使用氧气钢瓶转运推车、氧气钢瓶有无发生脱落意外、氧气表指示氧流量稳定性、转运时长,以及转运过程中心率、血压、呼吸、血氧饱和度异常事件的发生率和氧气钢瓶转运推车的使用总体满意度评价等指标。**结果** 共完成 58 次转运,目的为计算机断层扫描(CT)12 次(20.7%),磁共振成像(MRI)2 次(3.4%),冠状动脉 CT 血管造影 1 次(1.7%),去其他治疗区 43 次(74.1%)。转运过程中无不良事件发生。58 名(100%)医护人员全部独立装载氧气钢瓶转运推车,独立装载时间平均为(16.68±0.84)s;氧气钢瓶无脱落意外发生,氧气钢瓶转运推车的使用评价满意度为 93.1%;转运总时间平均为(22.03±1.64)min。共发生报警 42 次,其中不恰当的报警范围设置报警 19 次(45.2%),患者床上活动导致报警 11 次(26.2%),因接触和传导问题报警 12 次(28.6%);无因设计问题报警情况发生。**结论** 装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车有便于操作、方便携带、转运过程中氧气钢瓶无脱落意外、氧气表指示氧流量稳定的优点,提示转运过程中能保证患者稳定供氧,临床医护人员对氧气钢瓶转运推车的使用总体满意度评价高。

**【关键词】** 氧气钢瓶转运推车; 院内转运; 危重症患者; 监护仪报警

**基金项目:**天津市医学重点学科(专科)(TJYXZDXK-3-003D);北京大学滨海医院科研创新与转化基金(20240823)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.06.020

### Design and application analysis of transport trolley for adjustable oxygen flow oxygen cylinders

Liu Huixin<sup>1</sup>, Li Ting<sup>1</sup>, Teng Hongyun<sup>1</sup>, Shi Wanchao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Critical Care Medicine, <sup>2</sup>Department of Emergency Medicine, Tianjin Fifth Central Hospital, Tianjin 300450, China

Corresponding author: Teng Hongyun, Email: chuxiangnan@263.com

**【Abstract】** **Objective** To design an oxygen supply device for use in department of emergency intensive care unit (EICU) and department of critical care medicine during the transfer of critically ill patients, and to evaluate its clinical application effect. **Methods** Through the scenario-based design approach, opinions were solicited through interviews to design the oxygen transport trolley. The data was recorded by using the form-filling method for 58 medical staff during the process of transporting the portable cart equipped with a gas cylinder for adjustable oxygen flow in clinical settings. Record whether the oxygen trolley can be used independently, whether the oxygen cylinder has fallen off accidentally, the stability of the oxygen flow indicated by the oxygen flowmeter, the duration of the transfer, the incidence rate of abnormal events such as heart rate, blood pressure, breathing, and blood oxygen saturation during the transfer process and the outcome indicators for the overall satisfaction evaluation of the oxygen cart usage. **Results** A total of 58 transports were completed. The purposes were: 12 times (20.7%) were for coronary computed tomography angioplasty (CCTA), 2 times (3.4%) for magnetic resonance imaging (MRI), 1 time (1.7%) for coronary angiography, and 43 times (74.1%) for other treatment areas. No adverse events occurred during the transfer process. All 58 medical staff (100%) were fully equipped with oxygen carts independently, and the average independent loading time was (16.68±0.84) seconds, no accidents occurred with the oxygen cylinders. The satisfaction rate for the use of the oxygen cart was 93.1%, the average total transfer time was (22.03±1.64) minutes. A total of 42 alarms occurred. Among them, 19 alarms (45.2%) were due to inappropriate alarm range settings, 11 alarms (26.2%) were caused by patients' movements on the bed, and 12 alarms (28.6%) were triggered by contact and conduction issues. There were no alarm cases due to design problems. **Conclusions** The transport trolley equipped with an adjustable oxygen flow oxygen cylinder has the advantages of easy operation, convenient carrying, no accidental detachment of the oxygen cylinder during transportation, and stable oxygen flow indication by the oxygen meter. This suggests that it can ensure stable oxygen supply for patients during transportation. The overall satisfaction of clinical medical staff with the use of the oxygen trolley is high.

**【Key words】** Oxygen cylinder cart; In-hospital transfer; Critically ill patient; Monitor alarm

**Fund program:** Tianjin Municipal Key Medical Discipline (Specialty) (TJYXZDXK-3-003D); Peking University Binhai Hospital Research Innovation and Translation Fund (20240823);

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.06.020

目前三级医院收治的危重症患者要求有明确的疾病诊断并给予相应的治疗,因此危重症患者通常需要转运至辅助科室接受进一步的检查以明确诊断,有些患者甚至需要转运至手术室、内镜室等进行相关治疗<sup>[1]</sup>。对于大部分的危重症患者,转运途中的氧疗是不能停止的,通过吸氧维持患者正常的血氧分压对于救治呼吸相关原发疾病、挽救危重症患者生命、促进机体重要器官的组织供氧及代谢有至关重要的作用,有 87% 的危重患者在转入重症监护病房(intensive care unit, ICU)途中需要不同水平的供氧,说明氧疗对于院内及院外转运的重要性<sup>[2]</sup>。因此若转运途中发生供氧中断,无法保证危重症患者持续、有效的氧疗,可能会增加其他并发症发生的风险<sup>[3]</sup>。卢俊红等<sup>[4]</sup>认为,患者在转运过程中由于体位发生改变,以及转运床加速或减速情况的发生,可能导致头晕、心悸、呼吸急促等情况,转运途中采取有效的氧疗可以改善可能出现的这些症状。既往有研究表明,57.1% 的院内转运不良事件与生命体征相关<sup>[5]</sup>。所以转运过程中保证患者生命安全至关重要。

2022 年《危重症患者院际转运专家共识》<sup>[6]</sup>中明确指出,转运过程中应准备充足的氧气,即在满足转运全程所需氧气的基础上富余 30 min 以上。目前本院急危重症患者转运过程中常用的便携式氧气袋存在供氧会随袋内压力降低而自动停止的缺陷,且无法精确控制流量并掌握余量,影响了危重症患者的氧疗效果;此外,长时间转运需携带多个氧气袋,也增加了医护人员的工作负担。为满足危重症患者转运时提供稳定氧疗的需求,可使用便携式氧气钢瓶,如常用的 4 L 钢瓶,重量约 11 kg,因其体积大、质量重,不便于临床操作;而使用现有的小氧气钢瓶推车需要额外增加工作人员,给紧急转运中的医护人员带来了搬运负担,且出入电梯、走廊等狭窄空间,氧气钢瓶推车极可能发生碰撞,甚至摔倒,有可能增加钢瓶因碰撞摔落而导致阀门断裂、引发爆炸的安全风险<sup>[7]</sup>。基于以上研究背景,本院重症医学科团队特设计了一款应用于急诊 ICU(emergency ICU, EICU)、重症医学科危重症患者转运过程中的氧疗供应装置,该装置设计特点是既能精准地提供氧流量,还能避免小氧气钢瓶发生碰撞、摔倒,甚至爆炸的风险,实现高效转运,最大限度地降低了转运期间的人力资源需求。

## 1 资料与方法

**1.1 应用场景化设计方法:**首先通过查阅文献,确定车体的材质主要为不锈钢。通过场景分析方法提炼出五大要素供设计使用,包括:①应用人员:医生、护士;②应用时间:EICU 和重症医学科需要转运至计算机断层扫描(computerd tomograh, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等辅助科室接受进一步检查以明确诊断和需要转运至手术室、内镜室等进行相关治疗;③应用地点:EICU、重症医学科;④应用行为:为转运情景下的患者精准地提供氧流量,避免小氧气钢瓶发生碰撞、摔倒,甚至爆炸,最大限度地降低转运期间的人力资源需求;⑤目的:为确保患者转运安全,提升院内转运所用吸氧装置的安全性、便捷性和有

效性,设计适合危重症患者院内转运需求的氧气推车。

**1.2 方案确定及伦理学:**采用目的性抽样方法,通过对场景化设计中的应用人员进行访谈,选择 12 名访谈对象,采用半结构式访谈法,记录访谈过程。本研究符合医学伦理学标准,并已通过天津市第五中心医院的伦理审查(审批号:WZX-EC-KY2025040),研究进行前取得研究对象知情同意。

通过对访谈结果进行分析总结得出如下设计要点:

①安全性需求:设计专用底座和绑带系统,确保钢瓶在转运中无晃动、无脱落;②便携性需求:车体质量需控制在一定范围内,确保一名医护人员即可独立进行装载等操作;③功能性需求:集成可精准调节的氧气表,并配备便捷挂钩系统,实现与转运床的快速连接。

本款新型装载可调节氧流量的氧气推车,需要特制的背部 C 型挂钩将氧气推车与转运床连接,将氧气推车悬挂于转运床尾(图 1),通过安装氧气表确保氧流量精准可调,才能有效预防因不能满足氧疗需求引发的并发症,为患者的用氧安全提供保障,通过特制底座及底座加用万向轮及定向轮等装置使氧气推车便于移动。



图 1 可调节氧流量氧气钢瓶转运推车的放置方法

测量 EICU、重症医学科转运床的长度×宽度×高度为 2 200 mm×920 mm×790 mm,床尾和床旁护栏的形状为圆弧形,厚度 40 mm。氧气推车主体结构为氧气钢瓶、底座、推车把手和固定圈。氧气钢瓶出口方向固定氧气表,可用于精准调节氧气流量。选择不锈钢金属材料设计出氧气钢瓶底座及安全固定圈,底座尺寸为 200 mm×200 mm×3 mm,底座上的安全固定圈可妥善固定氧气钢瓶,避免转运途中氧气钢瓶晃动或与其余设备发生碰撞(图 2)。底座下方设置两个定向轮及两个万向轮,且万向轮带有制动

装置,以平衡车体灵活性与稳定性。推车把手材料为直径 19 mm 的不锈钢管,抬车把手为直径 12 mm 的不锈钢棒,固定圈应用不锈钢板及无弹反扣魔术贴扎带,将氧气钢瓶与推车把手固定,防止钢瓶倾斜、脱落。推车背部的 C 型挂钩由 3 mm 厚不锈钢板塑造成型,该挂钩可稳固适配于多种转运床床尾或护栏,实现氧气推车的可靠悬挂(图 3)。将该可调节氧流量的转运用氧气推车设计完成后进行组装与测试。

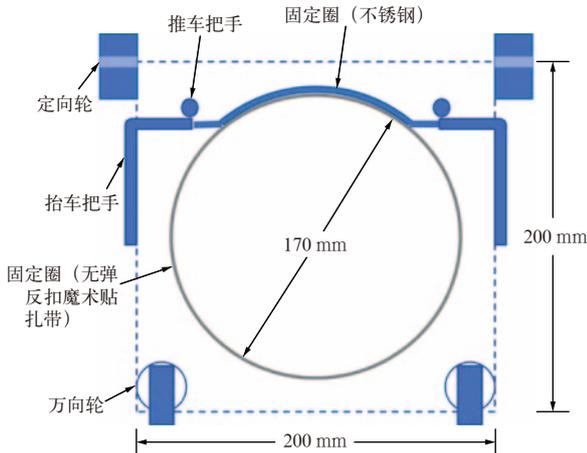


图 2 一种新型可调节氧流量氧气钢瓶转运推车横截面设计示意图

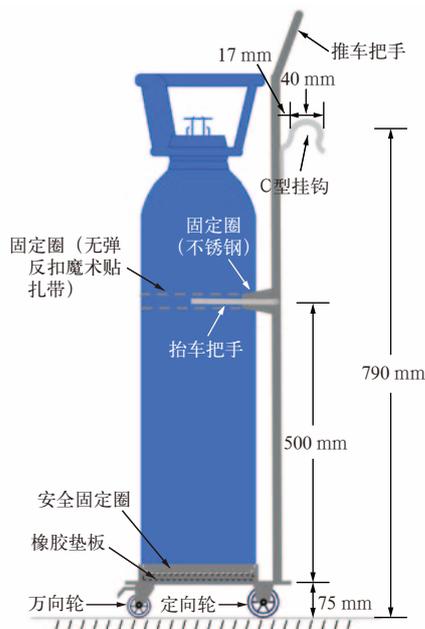


图 3 一种新型可调节氧流量氧气钢瓶转运推车整体设计示意图

**1.3 新设计的氧气推车临床应用效果评价:**在完成氧气推车的设计及安装工作后确认其运转正常,EICU 及重症医学科的医护人员将装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车应用于院内转运过程,并通过半结构观察表格(图 4)记录应用效果,主要观察医护人员能否独立使用氧气推车、氧气钢瓶有无发生脱落意外、氧气表指示氧流量稳定性、转运时长,以及转运过程中监护仪显示的心率、血压、呼吸、血氧饱和

度报警事件的发生率,最后做出氧气推车的使用总体满意度评价结局。转运时间的记录是从护士为患者安装好转运监护仪开始进行转运至对方科室的指定病床上结束;如果是外出检查的患者,从护士为患者安装好转运监护仪开始进行转运至检查结束返回科室的时间。

评价新设计的装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车临床应用效果记录表

项目	选项划√或按实际填写			
转运目的	去功能检查科室: CT <input type="checkbox"/> MRI <input type="checkbox"/> 造影 <input type="checkbox"/> 转运其他治疗区 <input type="checkbox"/>			
能否独立使用	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
转运总时间 (min)	<10 <input type="checkbox"/>	10~20 <input type="checkbox"/>	20~30 <input type="checkbox"/>	>30 <input type="checkbox"/>
供氧时长 (min)	根据实际情况填写			
独立装载氧气推车时间 (min)	根据实际情况填写			
氧气流量表稳定	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
能否满足患者供氧需求	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
能否顺利通过走廊、电梯等狭窄区域	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
氧气钢瓶有无脱落	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
氧气钢瓶与推车连接是否牢固	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
有无不良事件发生	是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>		
监护仪报警及原因	心率 <input type="checkbox"/>	血压 <input type="checkbox"/>	呼吸 <input type="checkbox"/>	血氧饱和度 <input type="checkbox"/>
氧气推车使用总体评价	满意 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>	

填表人签名:

图 4 一种新型可调节氧流量氧气钢瓶转运推车的临床应用效果评价记录表

## 2 结果

共有 58 名医护人员完成填表,参与转运 58 次,其中 12 次(20.7%) 目的为 CT, 2 次(3.4%) 为 MRI(路途中使用此设备, MRI 检查期间使用氧气袋), 1 次(1.7%) 为进行冠状动脉 CT 血管造影(coronary computed tomography angioplasty, CCTA), 43 次(74.1%) 为去其他治疗区。转运过程中无不良事件发生,氧气流量稳定性 100%,独立搬运氧气推车率 100%。虽然未发生氧气钢瓶脱落意外,但仍有 2 名(3.4%) 医护人员认为氧气钢瓶固定不牢固,因此应用无弹反扣魔术贴扎带在氧气钢瓶下段与推车把手进行二次固定。98.3% 的医护人员认为装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车能满足患者供氧需求,氧气推车使用总体评价满意度为 93.1%。不满意的原因除与氧气钢瓶固定不牢固有关外,还与不能满足患者转运需求有关;无转运中防碰撞措施不周的记录,因此,研究人员将氧气钢瓶与底座之间加用橡胶垫板达到防震的目的(图 5)。

58 名医护人员独立装载氧气推车的平均时间为  $(16.68 \pm 0.84)$  s,转运总时间平均为  $(22.03 \pm 1.64)$  min。

监护仪报警情况显示,报警总数为 42 次,其中因血压报警 16 次(38.1%)、因心率报警 14 次(33.3%)、因呼吸报警 5 次(11.9%)、因血氧饱和度报警 7 次(16.7%)。分析原因为:不恰当的报警范围设置报警 19 次(45.2%),患者床上活动导致报警 11 次(26.2%),因接触和传导问题报警 12 次(28.6%)。



图 5 防止转运途中发生震动氧气钢瓶与底座之间的橡胶垫板

### 3 结论

通过场景化设计的方法设计装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车,经临床应用 58 次转运过程,结果显示,临床医护人员能独立且快速使用氧气推车,提示该氧气推车装载氧气钢瓶后便于操作和携带,院内转运过程中氧气钢瓶无脱落意外事件发生。氧气表指示氧流量稳定,提示转运过程中能够保证患者的供氧稳定,同时医护人员对氧气推车的使用总体满意度评价高。虽然转运过程中出现监护仪报警,

但查看报警原因与监护仪设置范围不当、接触和传导、床上活动相关;与装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车应用无关。

未来可进一步将装载可调节氧流量氧气钢瓶的转运推车推广于危重患者转运过程,为医院转运工作提供更安全、便捷、有效的氧疗支持,切实保障患者的生命安全<sup>[8]</sup>。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Williams P, Karupiah S, Greentree K, et al. A checklist for intrahospital transport of critically ill patients improves compliance with transportation safety guidelines [J]. Aust Crit Care, 2020, 33 (1): 20-24. DOI: 10.1016/j.aucc.2019.02.004.
- [2] 庄一渝,虞雪琴. ICU 病人的院内安全转运 [J]. 中华护理杂志, 2002, 37 (7): 509-511.
- [3] 陈童恩,许兆军,许小敏,等. 安全管理在急诊危重患者院内转运中的应用 [J]. 医院管理论坛, 2016, 33 (8): 19-21.
- [4] 卢俊红,王秀军. 危重患者术后院内转运的护理安全管理 [J]. 中华现代护理杂志, 2016, 22 (13): 1900-1902. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2016.13.033.
- [5] Jia L, Wang HL, Gao Y, et al. High incidence of adverse events during intra-hospital transport of critically ill patients and new related risk factors: a prospective, multicenter study in China [J]. Crit Care, 2016, 20: 12. DOI: 10.1186/s13054-016-1183-y.
- [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] 岳磊于,王晓云,石贞仙. 转运患者氧疗装置应用的研究进展 [J]. 中华现代护理杂志, 2018, 24 (2): 245-248. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2018.02.030.
- [8] 杨硕,鲁玫,刘芳,等. 体外膜肺氧合转运车的设计与应用 [J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34 (7): 759-761. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210830-01292.

(收稿日期: 2025-09-30)

(责任编辑: 邸美仙)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 《中国中西医结合急救杂志》关于作者署名的写作要求

所有作者姓名写在题名下,排序应在投稿时确定,在编排过程中不应再作更改,作者署名有争议或投稿后申请变更作者顺序者,需附全部作者亲笔签名的作者贡献说明,并加盖所有作者单位的公章。作者所属单位不同时,要求在作者名后用左上角码编号,同时作者单位前均冠上编号,作者与作者单位通过编号对应。作者单位置于题名和作者姓名下一行,作者单位需著录全称并具体到科室,如作者为同一机构的不同科室,要全部著录,不做缩略处理。作者单位名称不能体现所在地者,在邮政编码前给出单位所在地。通信作者在作者单位下另起一行著录,注明其电子邮箱。作者应具备的条件为: ① 参与选题和设计,或参与资料的分析和解释者; ② 起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容者; ③ 能按编辑部的修改意见进行核修,对学术问题进行答辩,并最终同意该文发表者; ④ 除负责本人的研究贡献外,同意对研究工作的诚信问题负责。作者中若有外籍作者,应附其本人同意的书面材料,并应用其本国文字和中文同时注明其通信地址,地名以国家公布的地图上的英文名为准。集体署名的论文必须明确对该文负责的关键人物,以通信作者的形式将其姓名和电子邮箱注于题名下。整理者姓名列于文末; 专家组或协作组成员在文后、参考文献前一一列出,注明工作单位并具体到科室。虽对本文有贡献,但不具备作者条件者,在文后、参考文献前志谢。除指南、共识或集体署名的文章可以列多名通信作者外,其余文章只列 1 名通信作者,有关该论文的一切事宜均与通信作者联系。本刊对所有论文的作者署名均不标注论文的“同等贡献”; 由不同组织联合发布的指南或专家共识类论文,可按照不同组织标注多个“通信作者”。