

医用膜分离制氧系统在住院患者吸氧治疗中的应用效果观察

顾修筑, 李 印, 王 斌

上海穗杉实业股份有限公司, 上海

收稿日期: 2025年6月3日; 录用日期: 2025年6月27日; 发布日期: 2025年7月3日

摘 要

目的: 观察医用膜分离制氧系统在住院患者吸氧治疗中的应用效果。方法: 选取本公司合作的陕西省咸阳市第一人民医院2023年5月~2024年4月收治的300例住院吸氧治疗患者, 随机分为对照组($n = 150$)与观察组($n = 150$), 对照组采用院外配送的医用氧(氧浓度 $\geq 99.5\%$), 观察组采用医用膜分离制氧系统(氧浓度 $\geq 99.5\%$), 对比2组患者的临床指标(血氧饱和度、呼吸频率)、临床疗效、治疗成本、护理操作时间、患者舒适度(GCQ评分)、不良事件发生率(氧气泄漏、管道堵塞、设备故障)、并发症发生率(氧中毒、呼吸道黏膜干燥、感染)、设备维护情况(维护时间、维护费用、使用寿命估算时间)。结果: 2组治疗后的血氧饱和度、呼吸频率对比, $P > 0.05$; 2组的总有效率相近, $P > 0.05$; 观察组的治疗成本、护理操作时间少于对照组, 患者舒适度评分高于对照组, $P < 0.05$; 观察组不良事件发生率低于对照组, $P < 0.05$; 观察组并发症发生率低于对照组, $P < 0.05$; 观察组设备的维护时间、维护费用少于对照组, 使用寿命估算时间长于对照组, $P < 0.05$ 。结论: 医用膜分离制氧系统在住院患者吸氧治疗中的应用效果显著, 可在保证氧疗效果的同时, 降低治疗成本, 缩短护理操作时间, 提高患者舒适度, 降低不良事件发生率与并发症发生率, 减少设备维护成本, 值得推行。

关键词

医用膜分离制氧系统, 住院患者, 吸氧治疗, 应用效果

Application Effect of Medical Membrane Separation Oxygen Generation System in Oxygen Inhalation Treatment of Hospitalized Patients

Xiuzhu Gu, Yin Li, Bin Wang

Shanghai Suishan Industrial Co., Ltd., Shanghai

文章引用: 顾修筑, 李印, 王斌. 医用膜分离制氧系统在住院患者吸氧治疗中的应用效果观察[J]. 临床医学进展, 2025, 15(7): 161-168. DOI: 10.12677/acm.2025.1571971

Abstract

Objective: To observe the application effect of medical membrane separation oxygen generation system in oxygen inhalation treatment of hospitalized patients. **Methods:** A total of 300 hospitalized patients treated with oxygen inhalation in our cooperative hospital from May 2023 to April 2024 were randomly divided into control group (n = 150) and observation group (n = 150). The control group was treated with medical oxygen distributed outside the hospital (oxygen concentration $\geq 99.5\%$), and the observation group was treated with medical membrane separation oxygen generation system (oxygen concentration $\geq 99.5\%$). The clinical indicators (blood oxygen saturation, respiratory rate), clinical efficacy, treatment cost, nursing operation time, patient comfort (GCQ score), incidence of adverse events (oxygen leakage, pipe blockage, equipment failure), incidence of complications (oxygen toxicity, respiratory mucosa dryness, infection), and equipment maintenance status (maintenance time, maintenance costs, estimated service life) of the two groups were compared. **Results:** The blood oxygen saturation and respiratory rate were compared between the two groups after treatment, $P > 0.05$; the total effective rate of the two groups was similar, $P > 0.05$; the treatment cost and nursing operation time of the observation group were less than those of the control group, and the patient comfort score was higher than that of the control group, $P < 0.05$; the incidence of adverse events in the observation group was lower than that in the control group, $P < 0.05$; the incidence of complications in the observation group was lower than that in the control group, $P < 0.05$; the maintenance time and costs of the equipment in the observation group were lower than those in the control group, and the estimated service life was longer than that of the control group, $P < 0.05$. **Conclusion:** The application effect of medical membrane separation oxygen generation system in the oxygen inhalation treatment of hospitalized patients is significant, which can reduce the treatment cost, shorten the nursing operation time, improve the comfort of patients, and reduce the incidence of adverse events and complications while ensuring the effect of oxygen therapy, and cut down equipment maintenance costs, which is worthy of promotion.

Keywords

Medical Membrane Separation Oxygen Generation System, Hospitalized Patients, Oxygen Inhalation Therapy, Application Effect

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

吸氧治疗作为临床常用的基础治疗手段,广泛应用于各类疾病导致的低氧血症患者,对改善患者氧合状态、缓解呼吸困难症状、促进病情康复具有重要意义[1]。传统的院外配送医用氧在临床应用中已存在较长时间,其通过集中生产、储存和运输的方式,为医院提供稳定的氧气供应。然而,随着医疗技术的不断发展和临床需求的日益增长,传统医用氧供应模式逐渐暴露出一些问题。院外配送医用氧需要依赖大型储存容器和运输设备,储存和运输过程存在一定的安全风险,且运输成本较高,增加了患者的治疗费用[2]。医用膜分离制氧技术是一种新型的现场制氧技术,其原理是基于不同气体在膜材料中具有不同的渗透表现,通过分压驱动实现空气中的氧气和氮气等气体的分离和富集[3][4]。该技术具有制氧效率高、设备占地面积小、操作简便、可按需制氧等优点,在工业领域已得到广泛应用[5]。近年来,医用膜

分离制氧系统逐渐在医疗领域发挥作用, 但其在住院患者吸氧治疗中的应用效果尚缺乏全面、系统的研究。本研究通过对比院外配送医用氧与医用膜分离制氧系统在住院患者吸氧治疗中的应用情况, 旨在为临床选择更安全、有效、经济的吸氧治疗方式提供参考依据, 推动医用膜分离制氧系统在临床的合理应用。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

选取本公司合作的陕西省咸阳市第一人民医院 2023 年 5 月~2024 年 4 月收治的 300 例住院吸氧治疗患者, 随机分为对照组($n=150$)与观察组($n=150$)。对照组: 男 78 例, 女 72 例; 年龄 18~64 (42.34 ± 8.66) 岁; 疾病类型: 呼吸系统疾病 75 例, 心血管系统疾病 45 例, 其他系统疾病 30 例。观察组: 男 77 例, 女 73 例; 年龄 18~64 (42.39 ± 8.63) 岁; 疾病类型: 呼吸系统疾病 74 例, 心血管系统疾病 44 例, 其他系统疾病 32 例。2 组一般资料比较, $P > 0.05$ 。本研究获得陕西省咸阳市第一人民医院伦理委员会批准。

2.2. 纳排标准

纳入标准: (1) 符合吸氧治疗适应证, 需持续吸氧治疗; (2) 年龄 18~64 岁; (3) 知情同意。

排除标准: (1) 病情危重, 需要紧急救治或机械通气支持; (2) 对吸氧治疗不耐受; (3) 精神疾病; (4) 孕产妇。

2.3. 方法

对照组: 采用院外配送的医用氧(氧浓度 $\geq 99.5\%$)。由具备专业资质的气体供应商负责生产和运输。医用氧储存于特制的高压钢瓶中, 每瓶容量为 40L, 氧浓度经检测均 $\geq 99.5\%$ 。钢瓶送达医院后, 由专人负责验收, 检查钢瓶外观有无破损、阀门是否密封良好, 并使用氧气浓度检测仪进行二次检测, 使用高精度的氧气浓度检测仪(如基于顺磁原理的氧气浓度分析仪, 检测精度可达 $\pm 0.1\%$), 将检测仪探头连接到钢瓶的取样口, 开启阀门, 待气体稳定后读取检测数据, 确保氧浓度 $\geq 99.5\%$ 后, 接入医院中心供氧系统。通过中心供氧系统连接湿化瓶后为患者进行吸氧治疗, 吸氧流量严格按照医嘱执行, 根据患者病情调整, 一般为 1~6 L/min。在吸氧过程中, 护士每 4 小时检查一次钢瓶压力, 当压力降至规定值(一般设定为剩余压力 5~8 MPa)时, 及时更换钢瓶。操作流程为: 更换前, 护士先核对新钢瓶的规格、氧浓度标识等信息, 确保与使用要求相符; 关闭旧钢瓶阀门, 使用专用工具小心拆卸旧钢瓶与中心供氧系统的连接管道, 将旧钢瓶移出更换区域; 然后将新钢瓶移至合适位置, 连接管道, 确保连接紧密无松动; 缓慢打开新钢瓶阀门, 观察管道连接处是否有漏气现象, 同时查看中心供氧系统压力表, 确认氧气供应正常。同时实施安全管理: 氧气瓶储存区域需保持通风良好, 远离火源、热源及易燃、易爆物品, 设置明显的禁火标识; 搬运过程中, 使用专用的氧气瓶推车, 避免碰撞、摔落; 定期对氧气瓶外观进行检查, 查看是否有腐蚀、凹陷等损坏情况, 一旦发现问题及时停用并联系专业人员处理; 操作人员需经过专业培训, 严格按照操作规程进行更换操作。

观察组: 采用医用膜分离制氧系统(氧浓度 $\geq 99.5\%$)。该系统基于膜分离技术, 利用空气中各气体组分在膜材料渗透速率的差异, 通过分压驱动实现空气中的氧气和氮气等气体的分离和富集。系统启动后, 通过空气压缩机将环境空气压缩至 0.4~0.6 MPa, 经预处理系统去除灰尘、水分等杂质后, 进入膜分离组件。在膜分离组件中, 氧气优先透过膜壁, 在膜的另一侧富集, 氮气等其他气体则被排出, 从而制得氧浓度 $\geq 99.5\%$ 的医用氧气。制得的氧气同样通过中心供氧系统连接湿化瓶为患者进行吸氧治疗, 吸氧流量调整方法与对照组一致。在系统运行过程中, 设置了自动监测和报警功能, 实时监测氧气浓度、压力等参数, 当参数出现异常时, 系统自动发出声光报警, 提醒医护人员进行处理。同时, 该系统配备智能

流量调节装置，可根据患者实际吸氧需求，自动微调氧气输出流量。

2 组吸氧治疗时间均为 7 天，期间密观患者病情变化。护士在进行吸氧操作时，均严格遵循《基础护理操作规范》，在连接吸氧装置前，仔细检查湿化瓶、吸氧管等配件是否完好、清洁，使用前均进行消毒处理。为患者佩戴吸氧管时，调整合适的松紧度，避免压迫皮肤造成损伤。治疗过程中，观察患者吸氧情况、有无不适反应，及时清理湿化瓶中的冷凝水，保持管道通畅。

2.4. 观察指标

- (1) 临床指标：包括血氧饱和度、呼吸频率，分别于治疗前、后，采用多功能监护仪测量。
- (2) 临床疗效：根据患者治疗后的症状、体征及相关检查结果进行综合评价。① 显效：呼吸困难等症状缓解，血氧饱和度 $\geq 95\%$ ，呼吸频率正常；② 有效：症状减轻，血氧饱和度较治疗前升高但未达到 95%，呼吸频率较治疗前下降；③ 无效：症状无改善甚至加重，血氧饱和度和呼吸频率无变化或恶化。总有效率 = (显效 + 有效)/N*100%。
- (3) 治疗成本：统计 7 天吸氧治疗期间的氧气使用费用，包括氧气购买费用(对照组)或制氧设备运行成本(观察组)，不包含其他治疗费用。
- (4) 护理操作时间：记录护士每次为患者进行吸氧装置连接、调整、更换湿化瓶等护理操作所花费的时间，计算 7 天内护理操作总时间。
- (5) 患者舒适度：使用简化舒适状况量表(GCQ)，共 4 个维度，28 项，采用 1~4 分计分法，总分 112 分，评分越高越好。
- (6) 不良事件发生率：记录治疗期间发生氧气泄漏、管道堵塞、设备故障等不良事件的例数，计算不良事件发生率。
- (7) 并发症发生率：统计吸氧治疗 1 年期间患者出现氧中毒、呼吸道黏膜干燥、感染等并发症的例数，计算并发症发生率。
- (8) 设备维护情况：建立设备维护台账，记录 12 个月内对照组氧气瓶和观察组膜分离制氧系统的维护时间、维护内容(如氧气瓶外观检查、膜分离制氧系统滤网更换、零部件维修)、维护费用。同时，结合设备出现严重故障无法修复的时间点，估算两组设备的使用寿命。

2.5. 统计学分析

应用 SPSS 25.0 软件，计数资料以%表述，行 χ^2 检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表述，行 t 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 临床指标对比

2 组治疗后的血氧饱和度、呼吸频率对比， $P > 0.05$ 。见表 1。

Table 1. Comparison of clinical indicators ($\bar{x} \pm s$)

表 1. 临床指标对比($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	血氧饱和度(%)		呼吸频率(次/min)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	150	88.51 $\pm$ 3.25	95.32 $\pm$ 2.84	26.51 $\pm$ 3.55	22.33 $\pm$ 2.67
观察组	150	88.45 $\pm$ 3.17	95.64 $\pm$ 2.78	26.87 $\pm$ 3.38	22.10 $\pm$ 2.59
t 值	-	0.162	0.986	0.899	0.757
P 值	-	0.872	0.325	0.369	0.449

3.2. 临床疗效对比

2 组的总有效率相近, $P > 0.05$ 。见表 2。

Table 2. Comparison of clinical efficacy [n (%)]

表 2. 临床疗效对比[n (%)]

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率
对照组	150	74	61	15	135 (90.00)
观察组	150	77	65	8	142 (94.67)
χ^2 值	-	-	-	-	2.307
P 值	-	-	-	-	0.129

3.3. 治疗成本、护理操作时间、患者舒适度对比

观察组的治疗成本、护理操作时间少于对照组, 患者舒适度评分高于对照组, $P < 0.05$ 。见表 3。

Table 3. Comparison of treatment costs, nursing operation time, and patient comfort ($\bar{x} \pm s$)

表 3. 治疗成本、护理操作时间、患者舒适度对比($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗成本(元)	护理操作时间(min)	患者舒适度评分(分)
对照组	150	950.26 $\pm$ 120.59	120.31 $\pm$ 25.64	75.61 $\pm$ 9.25
观察组	150	780.55 $\pm$ 105.31	85.66 $\pm$ 18.57	86.38 $\pm$ 9.86
t 值	-	12.983	13.405	9.757
P 值	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001

3.4. 不良事件发生率对比

观察组不良事件发生率低于对照组, $P < 0.05$ 。见表 4。

Table 4. Comparison of incidence rates of adverse events [n (%)]

表 4. 不良事件发生率对比[n (%)]

组别	例数	氧气泄漏	管道堵塞	设备故障	总发生率
对照组	150	6	3	3	12 (8.00)
观察组	150	1	2	1	4 (2.67)
χ^2 值	-	-	-	-	4.225
P 值	-	-	-	-	0.040

Table 5. Comparison of incidence rates of complications [n (%)]

表 5. 并发症发生率对比[n (%)]

组别	例数	氧中毒	呼吸道黏膜干燥	感染	总发生率
对照组	150	4	8	3	15 (10.00)
观察组	150	1	2	1	4 (2.67)
χ^2 值	-	-	-	-	6.799
P 值	-	-	-	-	0.009

3.5. 并发症发生率对比

观察组并发症发生率低于对照组， $P < 0.05$ 。见表 5。

3.6. 设备维护情况对比

观察组设备的维护时间、维护费用少于对照组，使用寿命估算时间长于对照组， $P < 0.05$ 。见表 6。

Table 6. Comparison of equipment maintenance situations ($\bar{x} \pm s$)

表 6. 设备维护情况对比($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	维护时间(h)	维护费用(元)	使用寿命估算时间(年)
对照组	150	45.25 $\pm$ 8.52	1200.34 $\pm$ 150.74	4.53 $\pm$ 0.76
观察组	150	12.50 $\pm$ 3.95	504.79 $\pm$ 80.18	7.02 $\pm$ 0.88
t 值	-	42.711	49.894	26.227
P 值	-	<0.001	<0.001	<0.001

4. 讨论

住院患者的吸氧治疗是一项基础且关键的临床干预措施，其主要目标是纠正低氧血症、改善组织缺氧状态，进而维持重要脏器的功能稳定。在临床实践中，吸氧治疗的适用人群广泛，涵盖了呼吸系统疾病、心血管系统疾病以及其他导致机体氧供需失衡的各类病症。这类患者通常存在不同程度的氧合功能障碍，表现为血氧饱和度下降、呼吸频率增快、呼吸困难等典型症状，严重时可危及生命。因此，稳定、高效的氧气供应是保证吸氧治疗效果的前提。

当前住院患者吸氧治疗的氧气供应主要依赖传统的院外配送医用氧模式[6]。该模式虽然能够提供高浓度的医用氧(氧浓度 $\geq 99.5\%$)，但在实际应用中暴露出诸多局限性。例如，高压钢瓶的储存和运输需要严格遵循安全规范，一旦发生碰撞、泄漏等情况，可能引发严重的安全事故；运输成本随着距离和需求量的增加而显著上升，尤其对于偏远地区医院或大规模用氧需求的科室，经济负担更为突出。此外，钢瓶更换过程繁琐，护理人员需频繁关注压力值并进行操作，增加了护理工作量，且可能因操作不当导致短暂的氧气供应中断，影响治疗的连续性。

医用膜分离制氧系统作为一种创新的现场制氧技术，其主要优势在于通过高分子膜材料的选择性渗透原理实现氧气的高效分离与富集[7][8]。该系统无需依赖外部氧气供应，只需接入空气和电源即可持续制氧，具有显著的便捷性和自主性[9]。具体而言，系统通过空气压缩机将环境空气压缩至 0.4~0.6 MPa，经预处理系统去除杂质后，利用高性能膜分离材料对氧气和氮气、氩气透过的选择差异，使氧气在膜分离系统的一侧不断持续富集，最终制得符合医用标准的高浓度氧气(氧浓度 $\geq 99.5\%$)[10][11]。在临床适配性方面，该系统具备以下特点：其一，设备集成度高、占地面积小，可灵活安装于医院中心供氧机房或科室附近，减少了传统钢瓶储存所需的空间；其二，操作界面智能化，配备自动监测和报警功能，可实时追踪氧气浓度、压力等关键参数，当出现异常时迅速发出警报，便于医护人员及时处理，降低了人为监控的疏漏风险；其三，智能流量调节装置能够根据患者的实际吸氧需求动态调整氧气输出流量，避免了传统模式中固定流量可能导致的供氧不足或浪费，进一步提升了治疗的精准性和安全性[12][13]。

本研究显示，两组治疗后的血氧饱和度和呼吸频率均有改善，但组间无显著差异，且临床总有效率相近。提示医用膜分离制氧系统在纠正低氧血症、缓解呼吸困难等核心治疗目标上，与传统院外配送医用氧具有等效性。其原因可能在于两者均能提供满足临床需求的高浓度氧气($\geq 99.5\%$)，且吸氧流量调整机制一致，确保了患者获得足够的氧供，从而实现了相似的氧合状态改善[14]。这一结果为临床替换传统供

氧模式提供了重要的安全性依据,表明膜分离制氧系统在维持基础氧疗效果方面不劣于传统方式。

观察组的治疗成本较低,护理操作时间也更短。从成本构成来看,传统模式的费用主要包括医用氧的采购成本、运输费用以及钢瓶损耗,而膜分离制氧系统的成本集中于设备初期投入和运行能耗,随着使用时间的延长,规模化效应使得单位制氧成本显著降低[15]。在护理操作方面,系统的自动化设计减少了钢瓶更换、压力检查等繁琐环节,智能流量调节功能进一步简化了人工调整步骤,从而大幅缩短了护理时间,释放了护理资源,使其能够更多地投入到病情观察和患者照护中。

观察组患者的舒适度评分较高,不良事件发生率较低。舒适度提升可能与系统运行噪音低、氧气供应稳定有关,避免了传统钢瓶更换时的操作干扰和短暂断氧现象,使患者在生理和心理上均感受到更高的舒适性。不良事件的减少则得益于系统的封闭性设计和智能监控功能,有效降低了氧气泄漏、管道堵塞等风险,同时设备故障发生率低,进一步保障了治疗的安全性和连续性。这对于提升患者的治疗体验、降低护理风险具有重要意义,尤其适用于对环境敏感或需要长期吸氧的患者。

在长期并发症方面,观察组的发生率低于对照组。医用膜分离制氧系统在运行过程中,通过自动监测和报警功能实时监控氧气浓度、压力等参数,一旦出现异常及时处理,避免因氧气供应问题引发并发症。其空气预处理系统有效去除灰尘、水分等杂质,减少患者呼吸道感染风险,从而降低并发症发生率,保障患者治疗安全性。设备维护情况中,观察组设备维护时间和费用均减少,且预估使用寿命更长。原因在于医用膜分离制氧系统的自动化和智能化设计,减少了人工操作和检查频次,降低设备损耗。系统结构相对简单,零部件更换频率低,且智能监测功能可提前发现潜在故障,及时维护,延长设备使用寿命,降低医院设备运营成本,提高资源利用效率,在临床长期应用中具有显著优势。

综上所述,医用膜分离制氧系统在住院患者吸氧治疗中的应用效果显著,可在保证氧疗效果的同时,降低治疗成本,缩短护理操作时间,提高患者舒适度,降低不良事件发生率与并发症发生率,减少设备维护成本,值得推行。

声 明

该病例报道已获得病人的知情同意。

参考文献

- [1] 吉瑞瑞,肖莹,赵云云.经鼻高流量湿化氧疗与常规鼻导管吸氧治疗在慢性阻塞性肺疾病中的疗效比较[J].吉林医学,2025,46(3):584-587.
- [2] 李国勇,肖杰,任希力,等.医用分子筛制氧设备质量控制要点及对策分析[J].中国医疗设备,2023,38(10):14-19.
- [3] 严玉朋,孔丽丽,陈志杰.医用中心供氧系统选型技术经济性分析[J].现代医院管理,2023,21(4):108-111.
- [4] 李勇,孟芳兵,陈远富,等.西藏制氧技术发展及研究现状[J].低温与特气,2021,39(4):5-9,31.
- [5] 王琳,李博然,蔡洋,等.制备医用氧的分子筛制氧系统安全有效性研究[J].中国医疗器械信息,2023,29(21):19-21,47.
- [6] 袁冬,康瑞,赵佳.医用分子筛制氧系统检测研究[J].医用气体工程,2024,4(5):11-14.
- [7] 叶瑀,刘浩明,张开帆,等.医用分子筛制氧机的性能与安全检测及常见不合格项分析[J].科技与创新,2022(2):80-82.
- [8] 罗二平,翟明明,单帅,等.空分制氧技术的研究现状及进展[J].医用气体工程,2016,1(1):11-13.
- [9] 单帅,申广浩,郭新,等.膜法空分富氧技术在高原抗缺氧防护中的应用[J].医用气体工程,2017,2(3):1-4.
- [10] 袁明亮,明文娟,叶忠.三种吸氧方法治疗重型病毒性肺炎患者的临床效果研究[J].中国实用医药,2024,19(1):6-10.
- [11] 李学文,冯威,孟凡凡,等.0.28 MPa 吸氧方案治疗潜水减压病 25 例疗效观察[J].中华航海医学与高气压医学杂志,2023,30(3):394-395.

- [12] 崔硕. 用两种吸氧管对肺心病患者进行吸氧治疗的效果对比[J]. 中国医疗器械信息, 2021, 27(15): 98-99.
- [13] 左建雄, 裘超, 张星, 等. 医用分子筛制氧系统的无人值守技术体系及其进展[J]. 医用气体工程, 2024, 4(1): 32-37.
- [14] 任希力, 徐琨, 李国勇, 等. 医用分子筛制氧机审评研究[J]. 中国医疗器械信息, 2024, 30(3): 18-21.
- [15] 周琴. 对医用分子筛制氧机设计中的重点和难点研究[J]. 医用气体工程, 2024, 4(2): 43-46.