临床研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003736

新型辅助简易呼吸器通气装置在喉罩全麻下术后转运中的应用

曾　晴[1]，谭　莉[1]，杨相梅[1]，罗　艳[1]，王　彬[2]，颜　静[3]

（1.重庆医科大学附属第一医院呼吸与危重症医学科，重庆　400016；2.重庆医科大学附属第一医院麻醉科，重庆　400016；3.重庆医科大学附属第一医院消毒供应室，重庆　400016）

【摘　要】目的：探讨一种新型辅助简易呼吸器通气装置在喉罩全麻下术后转运中的应用价值。**方法：**选择2023年6月至8月重庆医科大学附属第一医院择期行支气管镜检查或治疗的喉罩全麻下术后患者转运133例。随机分为对照组（n=65）和试验组（n=68），分别在其术后转运行手法简易呼吸器通气和新型辅助简易呼吸器通气装置通气。比较2组患者转运过程中的脉搏氧饱和度（pulse oxygen saturation，SpO_2）、心率（heart rate，HR）、通气频率、转运时间，转运不良事件。**结果：**2组患者比较，SpO_2的差异有统计学意义（$F_{组间}$=18.588，P<0.001），转运中和转运后，试验组患者的SpO_2均明显高于对照组（P<0.001）。2组患者HR比较差异无统计学意义（$F_{组间}$=0.089，P=0.766），转运前和转运后，对照组与试验组患者的HR差异有统计学意义（$F_{时点}$=12.430，P< 0.001），转运前、转运中对照组及试验组患者的HR差异均明显低于转运后（均P<0.001）。试验组的通气频率明显低于人工组（P<0.001）。试验组转运时长高于对照组，但差异无统计学意义（P=0.987）。2组均顺利完成试验，没有发生转运不良事件，达到了安全转运。**结论：**与手法简易呼吸器通气技术相比，新型辅助简易呼吸器通气装置对喉罩全麻下术后转运患者进行呼吸支持更能够减少对患者血流动力学的影响，利于维持患者生命体征的稳定，预期可作为部分全麻患者院内转运的1种安全有效的通气方法，具有较好的临床应用价值。

【关键词】简易呼吸器；通气；恒定潮气量；气道管理

【中图分类号】R605　　**【文献标志码】**A　　**【收稿日期】**2024-09-28

Application of the novel bag respirator assisted ventilation device in postoperative transport under general anesthesia with laryngeal mask

Zeng Qing[1]，*Tan Li*[1]，*Yang Xiangmei*[1]，*Luo Yan*[1]，*Wang Bin*[2]，*Yan Jing*[3]

（*1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine，The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University；2. Department of Anesthesiology，The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University；3. Sterilization and Supply Room，The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University*）

【Abstract】*Objective*：To explore the application value of a novel bag respirator assisted ventilation device in postoperative transport under general anesthesia with laryngeal mask. ***Methods*：**A total of 133 patients in postoperative transport who underwent elective bronchoscopy or treatment under general anesthesia with laryngeal mask in the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University，from June to August 2023 were selected. The patients were randomly divided into control group（n=65）and experimental group（n=68），and received manual bag respirator assisted ventilation and the novel bag respirator assisted ventilation device during their postoperative transport，respectively. The pulse oxygen saturation（SpO_2），heart rate（HR），and ventilation frequency during transport，transport duration，and transport-related adverse events were compared between the two groups. ***Results*：**The difference in SpO_2 was significant when comparing the two groups（$F_{between\ groups}$=18.588，P<0.001），and the SpO_2 of patients in the experimental group was significantly higher than that of patients in the control group during and after transport（P<0.001）. The difference in HR was not significant when comparing the two groups（$F_{between\ groups}$=0.089，P=0.766），but it was significant between the control and experimental groups before and after transport（$F_{time\ point}$=12.430，P<0.001）；the HR in the control and experimental groups before and during transport was significantly lower than that after transport（all P<0.001）. The ventilation frequency of the experimental group was significantly lower than that of the control group（P<0.001）. The transport duration in the ex-

作者介绍：曾　晴，Email：2736769115@qq.com，研究方向：呼吸与危重症。

通信作者：杨相梅，Email：numei@126.com。

基金项目：重庆市科卫联合医学科研项目重点资助项目（编号：2019ZDXM023）。

优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.r.20250117.1143.008（2025-01-20）

perimental group was longer than that in the control group, but the difference was not significant (P=0.987). Both groups successfully completed the trial without transport-related adverse events and achieved safe transport. ***Conclusion***: Compared with the manual bag respirator assisted ventilation technology, the novel bag respirator assisted ventilation device for respiratory support during postoperative transport in patients under general anesthesia with laryngeal mask is more able to reduce the impact on the patient's hemodynamics and conducive to the maintenance of the patient's stable vital signs, showing a good clinical application value. It is expected to be a safe and effective ventilation method during intrahospital transport in some patients under general anesthesia.

【Key words】bag respirator; ventilation; constant tidal volume; airway management

喉罩全身麻醉可提高支气管镜诊疗期间患者的舒适度，但围术期镇静、镇痛药的使用可抑制患者呼吸，引起低氧血症，严重时可危及生命[1]。术后转运常使用简易呼吸器短暂呼吸支持，但简易呼吸器通气存在操作困难的弊端[2]，影响有效通气，使用气道管理器械挤压简易呼吸器，可以有效解决医护人员手法持续操作较困难问题[3]。基于上述背景，本课题组依据手法简易呼吸器通气原理，研发了一种能自动挤压控制潮气量的辅助简易呼吸器通气装置（发明专利号：ZL201610087661.1），以控制简易呼吸器的潮气量、呼吸频率等呼吸参数，提高其通气效率，节省人力，优化人员配置。样机如图 1 所示，该装置由主机、自动挤压装置、气量测定装置、程序软件、呼吸管道五部分结构组成，进行功能测试表明该装置的呼吸参数控制在误差允许的范围内，数据输出是准确、稳定、可靠的[4]。如图 2 所示，模拟研究显示，该装置可以便捷、有效地实现手法简易呼吸器通气效果，其效能等同于或优于医护人员手法简易呼吸器通气。本实验将展开非临床常规使用的通气技术和传统的人工通气技术对比研究，分析该装置辅助简易呼吸器通气应用于喉罩全麻术后患者转运的安全性和可能获得的益处，为新型辅助简易呼吸器通气装置的临床应用价值提供依据。



图 1　新型辅助简易呼吸器通气装置样机

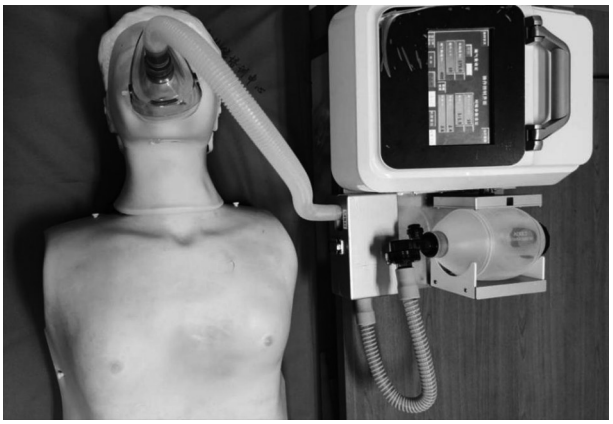


图 2　新型辅助简易呼吸器通气装置模拟通气实验

1　资料与方法

1.1　一般资料

选择 2023 年 6 月至 8 月重庆医科大学附属第一医院择期喉罩全身麻醉下行支气管镜诊疗患者开展 1 项单中心、平行组、单盲法、随机试验。纳入 136 例喉罩全麻下术后转运患者，随机平均分为对照组和试验组，分别比较手法简易呼吸器通气技术与该装置辅助简易呼吸器通气技术对喉罩全麻下术后转运患者的影响。纳入标准：①年龄≥18 岁；②全麻下喉罩通气的患者；③美国麻醉医师协会（American Society of Anesthesiologists，ASA）分级为Ⅰ～Ⅲ级；④自愿受试，并签署知情同意书者；⑤患者神志清楚，语言清晰，行为配合。排除标准：①口咽部或面部有损伤者；②体质指数（body mass index，BMI）>30 kg/m^2；③术前合并严重的循环或呼吸系统疾病；④每周有超过 1 种胃食管返流的症状伴有误吸风险的患者；⑤拒绝签署知情同意书或正在参加其他任何临床试验者。

本研究均使用现有的麻醉管理技术。本研究符合医学伦理学标准，获得医院伦理委员会批准（审批号：20227501），所有患者和（或）家属均签署知情同意书。

1.2　干预措施

2 组患者麻醉方法相同，均采用静吸复合喉罩通气下全身麻醉，在入手术间后常规监测患者心电图、血氧饱和度、脉搏、无创血压。麻醉诱导过程采用丙泊酚、咪达唑仑、舒芬太尼、维库溴铵或罗库溴铵，静脉诱导后插入喉罩后机械通气，

设置麻醉机相关通气参数。术中麻醉维持泵入丙泊酚、瑞芬太尼、间断追加维库溴铵或罗库溴铵。术中维持呼吸循环稳定、脑电双频谱指数40~60。手术结束后，均使用同一个厂家的简易呼吸器进行术后转运通气，对照组麻醉医生按照常规简易呼吸器手法通气进行操作，试验组连接各呼吸管路，组装简易呼吸器，按照其操作流程行机械通气操作。于转运前、转运中、转运后记录其血氧饱和度、心率、通气频率等观察指标。

1.3 结局指标

主要结局指标：血氧饱和度、心率；次要结局指标：通气频率、转运时间、转运不良事件。其中，转运时间定义为从断开麻醉机开始至患者转运到恢复室连接呼吸机所用时间；转运不良事件定义为患者出现腹胀、恶心呕吐，呼吸支持设备故障，电量不足，呼吸管路各连接处断开，与供氧装置连接处断开。

1.4 统计学方法

采用SPSS 23.0软件进行数据分析。计数资料用频数、构成比表示，组间比较采用χ^2检验。符合正态分布满足方差齐性的计量资料用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用独立样本t检验。在数据无极端值的情况下，部分重复测量资料近似正态分布或不完全符合正态分布及方差齐性的情况下，仍选用参数检验方法，即组内不同时间点的连续性数值型重复测量资料采用重复测量方差分析[5]。当交互效应差异有统计学意义时，进一步采用简单效应分析。组内不同时间点间，简单效应分析采用Sidak法。检验水准α=0.05。

2 结 果

2.1 2组患者一般情况的比较

本研究共纳入了136例患者，其中3例由于手术时间冲突而未完成试验，最后共133例患者顺利完成全部试验，其中对照组65例，试验组68例。2组患者的基线特征基本一致。见表1。

表1 2组患者一般情况的比较[$M(P_{25},P_{75})$；n，%；$\bar{x}\pm s$]

项目	对照组（n=65）	试验组（n=68）	$Z/\chi^2/t$值	P值
年龄	58（38，66）	55（36，67）	−0.080	0.935
性别			0.241	0.623
男	40（61.50）	39（57.40）		
女	25（38.50）	29（42.60）		
BMI（kg/m^2）	22.35±3.61	22.57±3.55	0.725	0.725
民族			0.395	0.530
汉族	63（96.90）	67（98.50）		
其他	2（3.10）	1（1.50）		
患者身份			0.176	0.675
住院	48（73.80）	48（70.60）		
门诊	17（26.20）	20（29.40）		
基础疾病			0.223	0.637
有	14（21.50）	17（25.00）		
无	51（78.50）	51（75.00）		
ASA分级			1.844	0.398
Ⅰ	0（0.00）	1（1.50）		
Ⅱ	47（72.30）	52（76.50）		
Ⅲ	18（27.70）	15（22.10）		
术前SPO_2（%）	99（98，99）	98（98，99）	−0.314	0.753
术前HR（次/min）	80.0（88.00，73.00）	78.0（68.00，87.50）	−0.726	0.446
麻醉机设置				
潮气量（mL）	7（7，7）	7（7，7）	−1.883	0.06
呼吸频率（次/min）	12（12，14）	13（12，14）	−1.791	0.073
术中输液量（mL）	500（500，500）	500（500，500）	−1.508	0.132
丙泊酚用量（mg）	254.0（173.00，350.00）	261.0（200.00，333.50）	−0.149	0.882
维库溴铵用量（mg）	4（4，4）	4（4，4）	−0.810	0.418
舒芬太尼用量（μg）	20.0（0.00，20.00）	20.0（0，22.50）	−0.302	0.763
瑞芬太尼用量（mg）	0.4（0.20，0.60）	0.4（0.20，0.50）	−0.870	0.384
芬太尼用量（mg）	0（0，0）	0（0，0）	−0776	0.438
术中SPO_2（%）	100（99，100）	100（99，100）	−0.571	0.568
术中HR（次/min）	75.29±12.45	75.93±12.65	0.291	0.771
麻醉时长（min）	85.00（60.00，105.00）	75.00（55.00，93.80）	−1.722	0.085
手术时长（min）	80（55，100）	70（50，115）	−1.812	0.070

2.2 2组SpO_2比较

转运前2组比较，SpO_2的差异无统计学意义（均$P>0.05$），转运中、转运后2组比较，试验组SpO_2均明显高于对照组（均$P<0.001$），2组患者SpO_2整体差异有统计学意义（$F_{组间}=18.588$，$P<0.001$），时间对SpO_2的影响有统计学意义（$F_{时点}=11.118$，$P<0.001$），时间和研究分组对SpO_2的影响有交互效应（$F_{交互}=11.517$，$P<0.001$）。时点走势的简单效应分析结果显示，转运前与转运后对照组患者的SpO_2的差异有统计学意义（$P<0.001$）；试验组患者各时点间SpO_2两两比较的差异无统计学意义（$P=0.255$），见表2。

表2 2组患者不同时间点SPO_2的比较（$\bar{x}\pm s$）

时间点	对照组（n=65）	试验组（n=68）	t值	P值
转运前	99.05 ± 1.18	99.31 ± 0.78	2.322	0.130
转运中	98.20 ± 1.84[a]	99.21 ± 0.87	16.466	0.001
转运后	97.95 ± 2.27[a]	99.41 ± 0.90	21.140	0.001

注：a，重复测量方差分析时间主效应有统计学意义，与转运前相比，经两两比较$P<0.05$

2.3 2组HR比较

转运前、转运中及转运后2组比较，*HR*的差异无统计学意义（均$P>0.05$），2组患者*HR*整体差异无统计学意义（$F_{组间}=0.089$，$P=0.766$）。时间对*HR*的影响有统计学意义（$F_{时点}=12.430$，$P<0.001$）。时间和研究分组对*HR*的影响无交互效应（$F_{交互}=0.408$，$P=0.659$）。时点走势的简单效应分析结果显示，转运前、转运中对照组及试验组患者*HR*与转运后差异均有统计学意义（均$P<0.001$）。见表3。

表3 2组患者不同时间点HR的比较（$\bar{x}\pm s$）

时间点	对照组（n=65）	试验组（n=68）	t值	P值
转运前	73.26 ± 12.15[a]	72.25 ± 13.98[a]	0.198	0.657
转运中	72.85 ± 14.31[a]	72.63 ± 14.16[a]	0.007	0.931
转运后	75.18 ± 13.17	74.34 ± 14.15	0.127	0.722

注：a，重复测量方差分析时间主效应有统计学意义，与转运后相比，经两两比较$P<0.05$

2.4 2组通气频率、转运时长、转运不良事件比较

试验组通气频率均明显低于对照组（均$P<0.001$），稳健地提供与麻醉机设置一致的通气频率。试验组转运时长高于对照组，但差异无统计学意义（$P=0.987$）。2组均顺利完成试验，没有发生转运不良事件，达到了安全转运。见表4。

3 讨 论

无痛支气管镜诊疗能够缓解诊疗操作造成的患者身体不适和心理负担，提高患者依从性和内镜诊疗的准确度[6]。其中由麻醉药引起的呼吸抑制造成的低氧血症是一种严重的并发症[7]。因此在诊疗结束后，即使预计转运时间较短，也常规使用简易呼吸器辅助通气。这主要是基于简易呼吸器通气是安全有效的假设[8]。但研究表明，无论医护人员的培训水平如何，均会导致通气不当，易出现通气压力在较大范围波动的情况[9]。通常患者从手术室转运到麻醉恢复室，只有1名麻醉师和护士陪同。尽管陪同术后患者转运的麻醉师主要职责是维护气道且确保患者得到适当的通气，但也协助观察患者口唇颜色、胸廓起伏度、意识状态等，同时帮助操纵转运床，在此情况下有效地操作简易呼吸器是不现实的。而全身麻醉患者由于麻醉药、手术因素等，导致血液动力学功能改变的风险是增加的[10-11]，加之转运过程中使用操作困难的简易呼吸器，患者更会经历血流动力学的显著变化，从而导致潜在危及生命的不良事件[12]。本研究发现，在转运中、转运后，试验组SpO_2均明显高于人工组（均$P<0.001$），人工组中各时点间比较，转运前SpO_2明显高于转运后SpO_2（$P<0.001$），SpO_2下降趋势明显。转运期间2组比较*HR*的差异无统计学意义。但是转运后的*HR*均明显高于转运前的*HR*（$P<0.001$）。与O'Brien EO等[13]研究结果一致。推测其原因是简易呼吸器具有供氧不稳、插管或喉罩移位发生风险高、患者生命体征不稳定的弊端，不利于保障围手术期转运安全。这也提示新型辅助简易呼吸器通气装置无须丰富的操作技能，可以控制通气参数，使患者血流动力学改变少，并发症发生率低，解决需多任务处理而导致的麻醉师注意力不集中的风险。

全身麻醉围手术期通气频率一般设置在10~14次/min，后续需要根据潮气量和呼气末二氧化碳调整，以降低患者发生肺损伤的风险。人工通气控制潮气量、通气频率的重要性是国内外大多数学者的共识[14]。简易呼吸器便携且易于使用，因不提供

表4 2组患者通气频率、转运时长的比较[M_d（P_{25}，P_{75}）]

变量	对照组（n=65）	试验组（n=68）	Z值	P值
通气频率（次）	23.00（20.00，26.00）	12.00（12.00，12.00）	−10.236	0.001
转运时长（s）	88.00（83.00，97.00）	90.00（82.50，94.00）	−0.016	0.987

有关潮气量或通气频率的反馈，可能导致通气无效或有害[15]。此外，在术后转运中手法简易呼吸器通气存在操作不确定性，观察到的通气频率、潮气量具有高变异性[16]，特别是有过度通气的倾向[17]。简易呼吸器并不适合实现准确通气，其通气目标范围不能常规达到[18]。本研究发现，在通气频率上，对照组为23.0（20.0，26.0）次，试验组为12.0（12.0，12.0）次，试验组明显低于人工组（P<0.001），人工组存在过度通气。过度通气易导致呼吸性碱中毒，使氧解离曲线左移，影响氧的释放，导致脑血管痉挛，降低脑血流灌注[19]。为提高通气效果，已经设计了许多方法来准确控制或监测高级气道CPR期间的通气参数[20]。如胸部电阻抗成像和二氧化碳描记技术要求提供者选择通气频率和潮气量，并提供实时反馈[21-22]。然而，由于多种来源的干扰，这2种方法都低估了真实通气频率[23]。此外在心肺复苏术中使用节拍器、通气反馈装置可能有助于在插管后获得准确的通气参数[24-25]，但操作简易呼吸器提供的通气也具有挑战性。然而除了采用不同的通气质量控制或监测方式外，改善简易呼吸器通气装置也起着很重要的作用。

新型冠状病毒肺炎（Corona Virus Disease 2019，COVID-2019）疫情自暴发以来迅速波及全球，大流行造成了突发公共卫生事件。医疗资源的短缺，特别是机械呼吸机和训练有素的人员严重短缺[26]。最近的一项荟萃分析报告称，17%~67%的COVID-19患者患有急性呼吸窘迫综合征[27]。为了应对预期的COVID-19危机，一些国外学者考虑为患者使用简易呼吸器通气，但由于急性呼吸窘迫综合征的目标是尽可能减少肺损伤[28]，这种策略显然存在很大的局限性，可能会使患者面临不良事件的风险。同时也有麻省理工学院Slocum研究团队，考虑到传统呼吸机购买成本昂贵，提供复杂控制和反馈回路的通气方式，其操作需要高度专业化的医护人员[29]，提出开发基于简易呼吸器的紧急呼吸机装置[30]，其设计侧重于安全操作和可靠生产，即使操作经验不丰富的医护人员也能简单的组装、使用，同时满足COVID-19急性呼吸窘迫综合征患者的基本需求。因此本课题组研制的新型辅助简易呼吸器通气装置是一种低成本、便携、辅助简易呼吸器通气的装置，使用该装置替代医护人员手法简易呼吸器通气，是1种避免医护人员手法疲劳的有效方法。前期通过功能测试表明[4]，该装置是相对容易操作，无需丰富的操作经验，代替人工自动挤压皮囊，允许对基本通气参数进行严格的控制，实时监测并有报警提示，还可以帮助解放1名救援人员来协助其他工作，确保转运安全，在经常紧迫、呼吸机短缺、救援人员少的临床环境中可能特别有价值。

2组并未发生转运不良事件，均顺利转运。本研究结果显示，在转运时间上，对照组的时间为88.0（83.0，97.0）s，试验组的时间为90.0（82.5，94.0）s，对照组的时间低于试验组，但2组差异无统计学意义。原因可能是与手法简易呼吸器通气相比，使用该装置辅助简易呼吸器通气时需要增加连接各部分并开机设置其通气参数的步骤以监测通气参数，而在准备阶段操作方法是简单方便的，其不影响全麻术后转运的常规流程。因此，本研究认为在喉罩全麻下术后转运中应用该装置所增加的时间是在可接受范围内的。

综上所述，新型辅助简易呼吸器通气装置对喉罩全麻下术后转运患者进行呼吸支持能够减少对患者血流动力学的影响，利于维持患者生命体征的稳定，预期可作为部分全麻患者院内转运的1种安全有效的通气方法，值得在临床推广应用。然而，本研究为单中心研究，样本量有限，缺乏系统性和完整性，故研究结果外推至其他应用的临床场景时应有所慎重；此外该辅助装置未来还应优化整机结构，拓展其功能，满足更多患者的通气需求。例如整体减重、缩小体积、控制算法改进优化、开发远程操控、数据共享等，以实现轻量化、便携化和集成化，工作运行更加安全可靠有效，通气治疗的网络化管理与治疗数据共享等。因此，新型辅助简易呼吸器通气装置仍需迭代优化，其应用价值需进行大样本、多中心随机对照试验、不同应用场景进一步探讨以指导临床实践。

参 考 文 献

[1] 邓小明，王月兰，冯 艺，等.（支）气管镜诊疗镇静/麻醉专家共识（2020版）[J]. 国际麻醉学与复苏杂志，2021，42（8）：785-794.
Deng XM，Wang YL，Feng Y，et al. Expert consensus on sedation and anesthesia for bronchoscopy（2020 version）[J]. Int J Anesthesiol Resusc，2021，42（8）：785-794.

[2] 朱 虹，王 英，李小珍，等. 培训时间和方法对于简易呼吸球囊技能效果的影响研究[J]. 中国急救医学，2017，3（S1）：275-277.
Zhu H，Wang Y，Li XZ，et al. Research on the Impact of Training Duration and Approaches on the Proficiency of Manual Resuscitator Skills[J]. Chin J Crit Care Med，2017，3（S1）：275-277.

[3] Kshetry RL，Gupta A，Chattopadhyaya S，et al. Design and analysis

of a low-cost electronically controlled mobile ventilator, incorporating mechanized AMBU bag, for patients during COVID-19 pandemic[J]. J Healthc Eng, 2022, 2022: 6436818.

[4] 曾 晴, 李冬梅, 杨相梅, 等. 自动挤压控制潮气量的简易呼吸器研制与功能测试[J]. 中国急救医学, 2024, 44(2): 128-132.
Zeng Q, Li DM, Yang XM, et al. Development and functional testing of the bag valve mask of automatically squeezing and controlling tidal volume[J]. Chin J Crit Care Med, 2024, 44(2): 128-132.

[5] 张文彤, 董 伟. SPSS统计分析高级教程[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2018.
Zhang WT, Dong W. Advanced course of SPSS statistical analysis[M]. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 2018.

[6] 袁 媛, 裴迎华, 张 杰. 无痛支气管镜研究进展[J]. 国际呼吸杂志, 2017, 37(2): 157-160.
Yuan Y, Pei YH, Zhang J. Advance of painless bronchoscopy[J]. Int J Respir, 2017, 37(2): 157-160.

[7] 卢 冬, 赵晓勇, 单靖华, 等. 复合阿芬太尼时环泊酚用于老年患者纤维支气管镜检查的半数有效剂量[J]. 临床麻醉学杂志, 2023, 39(9): 1000-1002.
Lu D, Zhao XY, Shan JH, et al. Half effective dose of cyclophosphamide combined with alfentanil for fiberoptic bronchoscopy in elderly patients [J]. J Clin Anesthesiol, 2023, 39(9): 1000-1002.

[8] Holets SR, Davies JD. Should a portable ventilator be used in all In-hospital transports?[J]. Respir Care, 2016, 61(6): 839-853.

[9] 李冬梅, 杨相梅, 罗 艳, 等. ICU护士简易呼吸器临床应用知信行现状及影响因素[J]. 护理学杂志, 2021, 36(17): 53-56.
Li DM, Yang XM, Luo Y, et al. Knowledge, attitude, practice on the clinical application of simple respirator among ICU nurses and their influencing factors[J]. J Nurs Sci, 2021, 36(17): 53-56.

[10] Piayda K, Hellhammer K, Nielsen-Kudsk JE, et al. Clinical outcomes of patients undergoing percutaneous left atrial appendage occlusion in general anaesthesia or conscious sedation: data from the prospective global Amplatzer Amulet Occluder Observational Study[J]. BMJ Open, 2021, 11(3): e040455.

[11] 柏 璐, 郑铭陟, 张国光, 等. 氧化亚氮复合丙泊酚、瑞芬太尼在老年患者无痛纤维支气管镜检查中的应用[J]. 国际呼吸杂志, 2021, 41(16): 1219-1225.
Bai L, Zheng MZ, Zhang GG, et al. Application of nitrous oxide combined with propofol and remifentanil in painless fiberoptic bronchoscopy in elderly patients[J]. Int J Respir, 2021, 41(16): 1219-1225.

[12] 陈淑琴, 卓梅娟, 陈秋燕. 便携式呼吸机与简易呼吸器在危重患者院内转运中的应用[J]. 医疗装备, 2021, 34(3): 174-176.
Chen SQ, Zhuo MJ, Chen QY. Application of portable ventilator and simple ventilator in hospital transport of critically ill patients[J]. Med Equip, 2021, 34(3): 174-176.

[13] O'Brien EO, Newhouse BJ, Cronin B, et al. Hemodynamic consequence of hand ventilation versus machine ventilation during transport after cardiac surgery[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2017, 31(4): 1246-1249.

[14] Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, et al. Part 3: adult basic and advanced life support: 2020 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. Circulation, 2020, 142(16 Suppl 2): S366-S468.

[15] Broc A, Morin F, Schmit H, et al. Performances and limits of Bag-Valve-Device for pre-oxygenation and manual ventilation: a comparative bench and cadaver study[J]. Resuscitation, 2024, 194: 109999.

[16] Khoury A, Hugonnot S, Cossus J, et al. From mouth-to-mouth to bag-valve-mask ventilation: evolution and characteristics of actual devices: a review of the literature[J]. Biomed Res Int, 2014, 2014: 762053.

[17] 王 亚, 孙 峰, 付阳阳. 成人院内心肺复苏质量控制临床实践专家共识[J]. 中国急救医学, 2018, 38(8): 649-653.
Wang Y, Sun F, Fu YY. Expert consensus on clinical practice of quality control of cardiopulmonary resuscitation in adult hospitals[J]. Chin J Crit Care Med, 2018, 38(8): 649-653.

[18] Gould JR, Campana L, Rabickow D, et al. Manual ventilation quality is improved with a real-time visual feedback system during simulated resuscitation[J]. Int J Emerg Med, 2020, 13(1): 18.

[19] Neth MR, Benoit JL, Stolz U, et al. Ventilation in simulated out-of-hospital cardiac arrest resuscitation rarely meets guidelines[J]. Prehosp Emerg Care, 2021, 25(5): 712-720.

[20] Maertens VL, De Smedt LE, Lemoyne S, et al. Patients with cardiac arrest are ventilated two times faster than guidelines recommend: an observational prehospital study using tracheal pressure measurement [J]. Resuscitation, 2013, 84(7): 921-926.

[21] Alonso E, Ruiz J, Aramendi E, et al. Reliability and accuracy of the thoracic impedance signal for measuring cardiopulmonary resuscitation quality metrics[J]. Resuscitation, 2015, 88: 28-34.

[22] Lesimple A, Fritz C, Hutin A, et al. A novel capnogram analysis to guide ventilation during cardiopulmonary resuscitation: clinical and experimental observations[J]. Crit Care, 2022, 26(1): 287.

[23] Leturiondo M, Ruiz de Gauna S, Ruiz JM, et al. Influence of chest compression artefact on capnogram-based ventilation detection during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation[J]. Resuscitation, 2018, 124: 63-68.

[24] Eshel R, Wacht O, Schwartz D. Real-time audiovisual feedback training improves cardiopulmonary resuscitation performance: a controlled study[J]. Simul Healthc, 2019, 14(6): 359-365.

[25] Khoury A, de Luca A, Sall FS, et al. Ventilation feedback device for manual ventilation in simulated respiratory arrest: a crossover manikin study[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2019, 27(1): 93.

[26] Wells CR, Fitzpatrick MC, Sah P, et al. Projecting the demand for ventilators at the peak of the COVID-19 outbreak in the USA[J]. Lancet Infect Dis, 2020, 20(10): 1123-1125.

[27] Rodriguez-Morales AJ, Cardona-Ospina JA, Gutiérrez-Ocampo E, et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: a systematic review and meta-analysis[J]. Travel Med Infect Dis, 2020, 34: 101623.

[28] Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: advances in diagnosis and treatment[J]. JAMA, 2018, 319(7): 698-710.

[29] Ort T, Hanumara N, Antonini A, et al. MIT Emergency-Vent: An Automated Resuscitator Bag for the COVID-19 Crisis. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2021;2021:4998-5004.

[30] Vasan A, Weekes R, Connacher W, et al. MADVent: a low-cost ventilator for patients with COVID-19[J]. Med Devices Sens, 2020, 3(4): e10106.

（责任编辑：李青颖）

本文引用格式：
曾 晴, 谭 莉, 杨相梅, 等. 新型辅助简易呼吸器通气装置在喉罩全麻下术后转运中的应用[J]. 重庆医科大学学报, 2025, 50(5): 682-687.