

高流量氧疗在重型颅脑损伤术后气管切开病人中的应用

谢圳杭 杨雪莲 李 萌 徐柳荣

【摘要】目的 探讨高流量氧疗在重型颅脑损伤去骨瓣减压术后行气管切开病人中的应用效果。**方法** 回顾性分析 2020 年 11 月至 2021 年 8 月收治的 80 例重型颅脑损伤气管切开病人的临床资料。40 例采用气管切开面罩行普通氧疗(对照组),40 例采用经气管切开高流量氧疗设备进行氧疗(观察组)。分析两组氧疗后 8 h、16 h、48 h 血氧饱和度、氧分压、二氧化碳分压、氧合指数、呼吸频率、痰液黏稠度。**结果** 与对照组相比,观察组氧疗后 8 h、16 h、48 h 氧分压、氧合指数、呼吸频率、痰液黏稠度均明显优于对照组($P<0.05$)。两组二氧化碳分压无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 重型颅脑损伤术后行气管切开的病人,与面罩普通氧疗比较,经气管切开高流量氧疗可以显著改善病人的氧合效果,降低痰液黏稠度。

【关键词】 重型颅脑损伤;显微手术;高流量氧疗;气管切开术;疗效
【文章编号】 1009-153X(2024)08-0483-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 651.1*5; R 473.6

Application of high-flow oxygen therapy in patients with severe traumatic brain injury underwent tracheotomy after decompressive craniectomy

XIE Zhen-hang, YANG Xue-lian, LI Meng, XU Liu-rong. Department of Nursing, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400050, China

【Abstract】Objective To explore the application effect of high-flow oxygen therapy in patients with severe traumatic brain injury (sTBI) who underwent tracheotomy after decompressive craniectomy. **Methods** The clinical data of 80 patients with sTBI who underwent tracheotomy after decompressive craniectomy admitted from November 2020 to August 2021 were retrospectively analyzed. Among them, 40 patients received conventional oxygen therapy with a tracheotomy mask (control group), and 40 patients received oxygen therapy with a high-flow oxygen therapy device via tracheotomy (observation group). The blood oxygen saturation, partial pressure of oxygen, partial pressure of carbon dioxide, oxygenation index, respiratory rate, and sputum viscosity were analyzed at 8 h, 16 h, and 48 h after oxygen therapy in both groups. **Results** Compared with the control group, the partial pressure of oxygen, oxygenation index, respiratory rate, and sputum viscosity in the observation group were significantly better at 8 h, 16 h, and 48 h after oxygen therapy ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the partial pressure of carbon dioxide between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** For patients with sTBI who underwent tracheotomy after decompressive craniectomy, high-flow oxygen therapy via tracheotomy can significantly improve the oxygenation effect and reduce the viscosity of sputum compared with conventional oxygen therapy with a mask.

【Key words】 Severe traumatic brain injury; Decompressive craniectomy; High-flow oxygen therapy; Tracheotomy; Efficacy

重型颅脑损伤病人易发生呼吸道阻塞导致呼吸困难^[1],气管切开术是救治重型颅脑损伤的重要措施^[2,3]。及时行气管切开术能控制及预防重型颅脑损伤病人并发肺部感染,并能提高重型颅脑损伤的临床疗效^[4,5]。但气管切开术破坏了正常的上呼吸道,术后常出现气道黏膜干燥、痰液黏稠,氧疗时吸入的气体会混入大量的空气^[6]。为满足气管切开术后非机械通气病人的供氧需求及湿化效果,有文献报道采用 MR850 湿化装置联合文丘里阀调节吸入氧浓度

系统进行供氧,取得了一定的效果^[7]。但临床工作中仍希望找到能为气管切开后病人提供稳定氧浓度和湿化效果的供氧装置。高流量氧疗是一种将加温湿化的空氧混合气体持续输送给病人的氧疗技术,能够全程充分湿化和加温,且可提供稳定供氧性能。目前,文献报道的高流量氧疗多采用经鼻途径^[8]。本文观察经气切口进行高流量氧疗对非机械通气

1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:非机械通气的重型颅脑损伤,术后行气管切开术;年龄 18~80 岁;生命体征平稳,氧合指数(oxygenation index, OI) ≥ 150 mmHg;呼吸频率(respiratory frequency, RR) ≤ 30 次/

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.08.009
基金项目:重庆市科卫联合医学项目 2020FYYX100
作者单位:400050 重庆,重庆医科大学附属第一医院护理部(谢圳杭、杨雪莲、李 萌、徐柳荣)

分。排除标准:呼吸功能不稳定,需机械通气;撤机 24 h 以内;合并肺部基础疾病;原发疾病未控制;血流动力学不稳定。

1.2 研究对象 回顾性分析 2020 年 1 月至 2021 年 8 月收治的 80 例重型颅脑损伤术后行气管切开术病人的临床资料。40 例经气切口进行高流量氧疗(观察组),40 例采用普通氧疗(对照组)。对照组男性 17 例,女性 23 例;年龄 27~55 岁,平均(40.73±8.44)岁;术前 GCS 评分(5.88±2.04)分;术前 ApacheII 评分(15.83±2.06)分。观察组男性 16 例,女性 24 例;年龄 28~55 岁,平均(40.60±7.85)岁;术前 GCS 评分(5.85±2.01)分;术前 ApacheII 评分(16.28±1.85)分。两组病人基线资料无统计学差异($P>0.05$)。

1.3 氧疗方法

1.3.1 对照组 使用普通氧疗,其管道装置为普通氧气流量表、氧气管、射流雾化装置、螺纹管、气切面罩,病人气切套管使用气切面罩覆盖。根据病人经皮脉搏血氧饱和度(percutaneous pulse oxygen saturation, SpO_2)动态调节吸入氧浓度百分比(fraction of inspiration O_2 , FIO_2)及氧流量,维持 $SpO_2>95\%$,适时对气道进行湿化。

1.3.2 观察组 使用高流量氧疗设备提供氧源,该系统包含空氧混合装置湿化治疗仪,高流量塞以及连接呼吸管路,能提供相对恒定的吸氧浓度(21%~100%),配套管路含有加热导丝,保证管路送出恒定温度(31~37℃)和湿度,呼吸管路直接与病人气管切开套管相连接。

根据 SpO_2 设置氧疗参数:气体流速 30~60 L/min;实时调节 FIO_2 参数,始终维持 $SpO_2>95\%$;温度 31~37℃。

1.4 观察指标 氧疗前及氧疗后 8、16、48 h 进行血气分析,记录病人 SpO_2 、氧分压(partial pressure of oxygen, PaO_2)、二氧化碳分压(partial pressure of carbon dioxide, $PaCO_2$)、OI、痰液黏稠度等。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 20.0 统计分析;计数资料采用 χ^2 检验;正态分布计量资料使用 $\bar{x}\pm s$ 描述,采用 t 检验和重复测量方差分析;等级资料采用秩和检验;检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

与对照组相比,观察组氧疗后 8 h、16 h、48 h 的 PaO_2 、OI、RR、痰液黏稠度均明显优于对照组($P<0.05$)。两组 $PaCO_2$ 无统计学意义($P>0.05$)。见表 1、表 2。

3 讨论

3.1 高流量氧疗能提高病人 PaO_2 、改善 OI、缓解呼吸做功 本研究结果显示,高流量氧疗病人 8 h、16 h、48 h 血氧分压、氧合指数均明显高于对照组($P<0.05$),而 RR 明显低于对照组($P<0.05$)。临床上,对于非机械通气气管切开后病人的氧疗多以公式“ $FiO_2=21+4\times$ 氧流量”进行估算。该公式本身具有流量的限制性,而且不适用于气管切开后面罩所增加的死腔量,加上气管切开后病人的生理死腔量的改变,利用该公式计算吸入氧浓度对气管切开后病人存在一定的误差。临床上引入了可以提供相对有效氧浓度的文丘里装置^[9],但是其流速低于病人吸气峰流速,病人仍可能从面罩间隙卷入空气,从而使吸入氧浓度低于预设氧浓度。研究表明氧流量在 40~60 L/min 时可以产生低水平的呼气末正压和压力支持^[10],从而帮助病人改善其肺的顺应性,改善其氧合功能,缓解呼吸窘迫^[11]。气管切开后病人呼吸过程中,高流量氧疗设备以呼吸管路连接病人气切套管口,其输出流速远大于病人吸气峰流速,从而保证其吸入气体氧浓度恒定^[12],且不随病人呼吸形态改变,满足其自主呼吸状态下的氧气需求,从而提高病人 PaO_2 、改善 OI、缓解呼吸做功。

3.2 高流量氧疗可提高气管切开后病人的气道湿化效果 本研究结果显示高流量氧疗病人 8 h、16 h、48 h 痰液黏稠度明显低于对照组($P<0.05$)。高流量氧疗设备具有加温、加湿功能,保持输出气体温度可达 37℃,相对湿度可达 100%,从而达到保护病人气道黏膜,增强纤毛功能,提高病人舒适度。高流量设备除了保证吸入气体的温湿度以外,还能通过送入高流速的气体保证病人吸入气体均为充分加温加湿的气体^[13],无需卷入周围未进行加温、加湿的空气,从而达到更好的湿化效果。

3.3 高流量氧疗设备不会降低气管切开后病人正常的 $PaCO_2$ 本研究结果表明,观察组和对照组 $PaCO_2$ 无显著差异($P>0.05$)。研究指出,HFNC 能够有效冲刷病人呼吸周期中残留在口鼻腔的呼出气体,从而减少二氧化碳的重吸收,降低 $PaCO_2$ ^[14]。本研究选取的病人为重型颅脑损伤术后病人,排除其肺部基础疾病,而且气管切开后病人因气管切开导管越过了正常的上呼吸道,减少了生理死腔量。导致 $PaCO_2$ 无显著性差异的原因可能有:气管切开后病人生理死腔量减少,减弱了高流量氧疗设备对于生理死腔的冲刷功能;所选病人均无肺部基础

表 1 经气切口进行高流量氧疗对重型颅脑损伤术后气管切开病人氧分压、氧合指数、二氧化碳分压、呼吸频率的影响
Table 1 Effects of high-flow oxygen therapy through tracheostomy on partial pressure of oxygen, oxygenation index, partial pressure of carbon dioxide, and respiratory rate in patients with severe traumatic brain injury underwent tracheotomy after decompressive craniectomy

观察指标	评估时机	观察组	对照组	<i>t</i> 值	F _{时间}	F _{组间}	F _{交互}
氧分压 (mmHg)	0 h	80.68±6.29	80.85±8.37	-0.11(<i>P</i> =0.920)			
	8 h	97.05±9.78	86.23±5.11	6.20(<i>P</i> <0.001)	135.53	71.01	15.84
	16 h	107.55±7.77	94.63±8.57	7.07(<i>P</i> <0.001)	(<i>P</i> <0.001)	(<i>P</i> <0.001)	(<i>P</i> <0.001)
	48 h	105.88±7.51	95.03±8.1	6.21(<i>P</i> <0.001)			
氧合指数 (mmHg)	0 h	252.2±32.63	248.23±20.65	0.66(<i>P</i> =0.510)			
	8 h	267±38.66	250.13±32.75	2.11(<i>P</i> =0.038)	34.22	35.62	7.03
	16 h	302.1±48.89	267.58±57.87	2.89(<i>P</i> =0.005)	(<i>P</i> <0.001)	(<i>P</i> <0.001)	(<i>P</i> <0.001)
	48 h	302.4±40.92	266.48±58.31	3.19(<i>P</i> =0.005)			
二氧化碳分压 (mmHg)	0 h	40.35±3.3	41.25±4.95	-0.96(<i>P</i> =0.340)			
	8 h	40.25±3.03	40.75±4.83	-0.55(<i>P</i> =0.580)	1.77	0.01	1.05
	16 h	39.68±3.48	39.28±4.78	0.43(<i>P</i> =0.400)	(<i>P</i> =0.245)	(<i>P</i> >0.996)	(<i>P</i> =0.352)
	48 h	40.93±3.03	39.68±4.71	1.41(<i>P</i> =0.160)			
呼吸频率 (次/min)	0 h	19.33±2.06	19.3±1.74	0.06(<i>P</i> =0.950)			
	8 h	20.45±2.32	19.73±2.35	1.39(<i>P</i> =0.170)	4.15	8.21	19.39
	16 h	20.4±2.31	20.9±3.3	-0.79(<i>P</i> =0.430)	(<i>P</i> =0.031)	(<i>P</i> =0.015)	(<i>P</i> <0.001)
	48 h	18.45±1.68	21.93±3.52	-5.64(<i>P</i> <0.001)			

注:观察组. 经气切口进行高流量氧疗;对照组. 采用普通氧疗

表 2 经气切口进行高流量氧疗对重型颅脑损伤术后气管切开病人痰液黏稠度的影响
Table 2 Effects of high-flow oxygen therapy through tracheostomy on sputum viscosity in patients with severe traumatic brain injury underwent tracheotomy after decompressive craniectomy

组别	病例数(例)	痰液黏稠度	评估时机(例)				组内比较	
			0 h	8 h	16 h	48 h	χ^2	P 值
观察组	40	I 度	0	9(22.50%)	14(35.00%)	25(62.50%)	87.43	<0.001
		II 度	17(42.50%)	24(60.00%)	21(52.50%)	15(37.50%)		
		III 度	23(57.50%)	7(17.50%)	5(12.50%)	0		
对照组	40	I 度	0	4(10.00%)	7(17.50%)	13(32.50%)	48.38	<0.001
		II 度	21(52.50%)	20(50.00%)	22(55.00%)	21(52.50%)		
		III 度	19(47.50%)	16(40.00%)	11(27.50%)	6(15.00%)		
组间比较		Z 值	-1.111	-2.38	-2.13	-3.063		
		P 值	0.266	0.017	0.033	0.020		

注:观察组. 经气切口进行高流量氧疗;对照组. 采用普通氧疗

疾病,PaCO₂均在正常范围,能有效代偿二氧化碳。

综上所述,在重型颅脑损伤术后气管切开病人中应用高流量氧疗设备可以显著提高病人氧合、降低痰液黏稠度、维持气道湿化和缓解呼吸做功。

人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2020 年 12 月 16 日经重庆医科大学附属第一医院伦理委员会审批,批号为 2020 年科研伦理(2020-779)。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病

【利益冲突声明】: 本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】: 谢圳杭负责收集资料、分析数据、

撰写论文及修改论文;杨雪莲参与修改论文及最后定稿;李萌、徐柳荣负责收集资料、分析数据。

【参考文献】

[1] YANG XG, AN HL, MA XY, *et al.* Characteristics of postoperative pulmonary infections in severe brain injury patients undergoing tracheotomy and analysis of risk factors [J]. Chin J Nosocomiol, 2016, 26(2): 323–325.
杨欣刚,安海龙,马修尧,等. 重型颅脑损伤患者气管切开后肺部感染特点与危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(2): 323–325.

[2] BARON DM, HOCHRIESER H, METNITZ PG, *et al.* Tracheostomy is associated with decreased hospital mortality after moderate or severe isolated traumatic brain injury [J]. Wien Klin Wochenschr, 2016, 128(11–12): 397–403.

[3] LU W, WU T, CUI P, *et al.* Timing of tracheotomy in patients with severe traumatic brain injury [J]. J Craniofac Surg, 2019, 30(7): 2168–2170.

[4] ZHANG ZH, XU HX, LI KM, *et al.* The impact of earlier period tracheotomy on preventing pulmonary infection after heavy craniocerebral injury [J]. China Prac Med, 2010, 5(12): 52–54.
张志宏,许海雄,李克民,等. 重症颅脑损伤术后早期气管切开对防止肺部感染的影响[J]. 中国实用医药, 2010, 5(12): 52–54.

[5] RACCA F, VIANELLO A, MONGINI T, *et al.* Practical approach to respiratory emergencies in neurological diseases [J]. Neurol Sci, 2020, 41(3): 497–508.

[6] SHANG MM, WANG LY, ZHANG ZM, *et al.* Quality appraisal and content analysis of clinical practice guidelines related to tracheotomy care of adult patients [J]. J Nursing (China), 2021, 28: 38–42.

尚苗苗,王丽媛,张振美,等. 成人患者气管切开护理相关临床实践指南的质量评价及内容分析[J]. 护理学报, 2021, 28: 38–42.

[7] SUN LF, DAI B, WANG AP. The efficacy of different airway humidification methods in patients with tracheotomy [J]. Chin J Nurs, 2013, 48(1): 16–18.
孙龙凤,代冰,王爱平. 不同气道湿化方法应用于气管切开患者的效果比较[J]. 中华护理杂志, 2013, 48(1): 16–18.

[8] YANG M, SONG Y, PAN L, *et al.* Evaluation of the effect of two active warming and humidifying high-flow oxygen therapy systems in patients with tracheotomy [J]. Biomed Rep, 2019, 11(1): 31–37.

[9] LI HY, LAN HL, CHEN LF, *et al.* Comparison of two humidification methods for tracheotomized patients with craniocerebral diseases [J]. J Nurs Sci, 2014, 29(12): 18–20.
李海艳,蓝惠兰,陈丽芳,等. 颅脑疾病气管切开患者两种气道湿化方法的效果比较[J]. 护理学杂志, 2014, 29(12): 18–20.

[10] PARKE R, MCGUINNESS S, ECCLESTON M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure [J]. Br J Anaesth, 2009, 103(6): 886–890.

[11] NISHIMURA M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults [J]. J Intensive Care, 2015, 3(1): 1–8.

[12] PHAM T, BROCHARD LJ, SLUTSKY AS. Mechanical ventilation: state of the art [J]. Mayo Clin Proc, 2017, 92(9): 1382–1400.

[13] STRIPOLI T, SPADARO S, DI MUSSI R, *et al.* High-flow oxygen therapy in tracheostomized patients at high risk of weaning failure [J]. Ann Intensive Care, 2019, 9(1): 4.

[14] TENG XB, SHEN Y, HAN MF, *et al.* The value of high-flow nasal cannula oxygen therapy in treating novel coronavirus pneumonia [J]. Eur J Clin Invest, 2021, 51(3): e13435.

(2022-07-10收稿, 2024-01-12修回)

(上接第 472 页)

[13] MAO F, WANG B, XIAO Q, *et al.* LRIG proteins in glioma: functional roles, molecular mechanisms, and potential clinical implications [J]. J Neurol Sci, 2017, 383: 56–60.

[14] GUO D, YANG H, GUO Y, *et al.* LRIG3 modulates proliferation, apoptosis and invasion of glioblastoma cells as a potent tumor suppressor [J]. J Neurol Sci, 2015, 350(1–2): 61–68.

[15] PENG C, CHEN H, LI Y, *et al.* LRIG3 suppresses angiogenesis by regulating the PI3K/AKT/VEGFA signaling pathway in glioma [J]. Front Oncol, 2021, 11: 621154–621164.

[16] GUO G, GONG K, BECKLEY N, *et al.* EGFR ligand shifts the role of EGFR from oncogene to tumour suppressor in EGFR-amplified

glioblastoma by suppressing invasion through BIN3 upregulation [J]. Nat Cell Biol, 2022, 24(8): 1291–1305.

[17] PENG K, ZHOU CG, XIA RP, *et al.* Overexpression of LRIG3 on cell biological behaviors of human neuroblastoma cell line SK-N-MC [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2020, 25(7): 458–461.
彭琨,周崇高,夏仁鹏,等. LRIG3 基因过表达对人神经母细胞瘤细胞系 SK-N-MC 细胞生物学行为的影响[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(7): 458–461.

[18] QI Y, CHANG L, LI H, *et al.* Over-expression of LRIG3 suppresses growth and invasion of bladder cancer cells [J]. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci, 2013, 33(1): 111–116.

(2024-02-19收稿, 2024-05-16修回)