

DOI: 10.12235/E20210075

文章编号: 1007-1989 (2021) 09-0044-06

论著

全凭静脉麻醉下叠加式高频喷射通气在 硬质气管镜诊疗中的应用*

熊伟¹, 高进¹, 陈萍¹, 郭述良², 李一诗²

(重庆医科大学附属第一医院 1.麻醉科; 2.呼吸内科, 重庆 400016)

摘要: 目的 探讨全凭静脉麻醉下叠加式高频喷射通气 (SHFJV) 与高频喷射通气 (HFJV) 联合间断手控通气两种通气方式在硬质气管镜诊疗中的应用效果。**方法** 回顾性分析2016年9月—2020年12月80例该院行硬质气管镜诊疗患者的临床资料, 根据不同通气方式分为SHFJV与HFJV两组。比较两组患者入室时 (T₁)、插管时 (T₂)、机械通气10 min (T₃)、机械通气20 min (T₄)、术毕 (T₅) 的心率 (HR) 和平均动脉压 (MAP) 以及T₁、T₃、T₄、T₅时点的动脉血气分析结果 [酸碱度 (pH)、氧合指数 (PaO₂/FiO₂)、动脉血二氧化碳分压 (PaCO₂)] 和术中不良事件 (血流动力学不稳事件、低氧血症、高碳酸血症、恶性心律失常、气道痉挛、是否中止手术)。**结果** 硬质气管镜诊疗期间, 两组患者T₂时点HR、MAP与T₁时点比较, 差异无统计学意义 (P>0.05), T₃、T₄和T₅时点MAP较T₁时点明显下降 (P<0.05), T₃和T₄时点pH和PaO₂/FiO₂较T₁时点明显下降, PaCO₂较T₁时点明显上升 (P<0.05); 组间比较, SHFJV组T₃、T₄和T₅时点pH和PaO₂/FiO₂明显较高, PaCO₂明显较低 (P<0.05), HFJV组术中血流动力学不稳事件及高碳酸血症发生率较高 (P<0.05)。**结论** 全凭静脉麻醉下SHFJV在硬质气管镜诊疗中的应用安全、可行, 值得临床推广应用。

关键词: 全凭静脉麻醉; 叠加式高频喷射通气; 硬质气管镜; 诊疗; 应用

中图分类号: R614.2

Application of superimposed high-frequency jet ventilation under total intravenous anesthesia in rigid bronchoscopy*

Wei Xiong¹, Jin Gao¹, Ping Chen¹, Shu-liang Guo², Yi-shi Li²

(1.Department of Anesthesiology; 2.Department of Respiratory Medicine, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To investigate the application effects of superimposed high-frequency jet ventilation (SHFJV) and high frequency jet ventilation (HFJV) combined with intermittent manual ventilation under total intravenous anesthesia in rigid bronchoscopy. **Methods** The clinical data of 80 patients who received rigid tracheoscopy from September 2016 to December 2020 were retrospectively analyzed, and they were divided into SHFJV and HFJV groups according to different ventilation modes. The heart rate (HR), mean arterial blood pressure (MAP) and arterial blood gas analysis results [pH, partial pressure of oxygen in arterial blood/fractional concentration of inspiratory oxygen (PaO₂/FiO₂), partial pressure of carbon dioxide in arterial blood (PaCO₂)] at the corresponding time points of admission (T₁), intubation (T₂), and mechanical ventilation for 10 min (T₃), mechanical

收稿日期: 2021-02-07

* 基金项目: 卫生部国家临床重点专科建设项目 [No: 财社 (2011) 170 号]; 重庆市医学重点学科项目 [No: 渝卫科教 (2007) 2 号] [通信作者] 高进, E-mail: 137777547@qq.com; Tel: 13206189656

ventilation for 20 min (T_4), after operation (T_5), and intraoperative adverse events (hemodynamic instability events, hypoxemia, hypercapnia, malignant arrhythmias, airway spasm, whether to abort surgery operation termination) were compared between the two groups. **Results** During the diagnosis and treatment of rigid trachea, compared with T_1 , there were no significant difference in HR and MAP at T_2 in each group ($P > 0.05$), and MAP decreased at T_3 , T_4 and T_5 compared with T_1 ($P < 0.05$), the pH and $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ significant decreased and PaCO_2 increased at T_3 , T_4 compared with T_1 ($P < 0.05$); The pH and $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ in SHFJV group were significantly higher and the PaCO_2 in SHFJV group was significantly lower than those in HFJV group at T_3 , T_4 , T_5 ($P < 0.05$); The incidence of intraoperative hemodynamic instability and hypercapnia were higher in HFJV group ($P < 0.05$). **Conclusion** The application of SHFJV under total intravenous anesthesia in rigid bronchoscopy is a relatively safe and feasible anesthesia management method, which is worthy of clinical recommendation.

Keywords: total intravenous anesthesia; superimposed high-frequency jet ventilation; rigid bronchoscopy; diagnosis and treatment; application

硬质气管镜是气道诊疗的重要工具之一, 在治疗良恶性肿瘤、瘢痕及异物引起的气道梗阻和狭窄等方面具有广阔的应用前景^[1]。但治疗过程对气道的刺激较大, 因手术操作与通气需要长时间共用一个气道, 增加了术中麻醉管理的困难。本院从2016年9月开始采用全身麻醉下高频喷射通气 (high frequency jet ventilation, HFJV) 结合间断手控通气的方式来保证患者术中氧的供求, 但对于长时间手术仍然存在二氧化碳潴留的风险。因此, 从2018年7月开始对上述患者采用叠加式高频喷射通气 (superimposed high-frequency jet ventilation, SHFJV), 效果较好。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2016年9月—2020年12月本院80例行硬质气管镜诊疗 (活检、电凝、冷冻、肿瘤切除、支架置入等) 患者的临床资料, 根据不同通气方式分

为SHFJV组 ($n = 40$) 和HFJV组 ($n = 40$)。美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologist, ASA) 分级为II级至VI级, 纽约心脏病协会 (New York Heart Association, NYHA) 分级为I级至III级。HFJV组中, 男18例, 女22例, 年龄 (56.38 ± 12.49) 岁, 体重指数 (body mass index, BMI) (21.31 ± 4.40) kg/m^2 , 原发病: 气管肿瘤22例、肺部肿瘤7例、间质性肺病11例; SHFJV组中, 男23例, 女17例, 年龄 (53.10 ± 14.29) 岁, BMI (22.00 ± 3.26) kg/m^2 , 原发病: 气管肿瘤26例、肺部肿瘤8例、间质性肺病6例。两组患者一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。见表1。

纳入标准: ①年龄 > 18 岁; ②接受硬质气管镜诊疗。排除标准: ①喉和气管区域急性出血者; ②急性呼吸道感染者; ③活动性肺结核者; ④因头部后仰受限不能放入硬质气管镜者。

1.2 方法

所有患者行全凭静脉麻醉。入室后予以面罩吸氧

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	年龄/岁	性别/例		BMI/(kg/m^2)	手术时长/min	麻醉时长/min
		男	女			
HFJV组 ($n = 40$)	56.38 ± 12.49	18	22	21.31 ± 4.40	51.75 ± 18.65	65.60 ± 21.20
SHFJV组 ($n = 40$)	53.10 ± 14.29	23	17	22.00 ± 3.26	50.05 ± 32.74	62.70 ± 35.56
t/χ^2 值	-1.09	1.25 [†]		0.79	-0.29	-0.44
P值	0.279	0.371		0.430	0.776	0.659

注: [†]为 χ^2 值

(5 L/min), 常规监测心电图、心率 (heart rate, HR)、血氧饱和度及体温, 局麻下行左侧桡动脉穿刺监测有创动脉血压。麻醉诱导前30 min 静脉推注地塞米松 10.0 mg, 静脉滴注氨茶碱 0.125 g 和氯化可的松 100.0 mg。

1.2.1 麻醉诱导 咪达唑仑 0.05 ~ 0.10 mg/kg, 丙泊酚 1.00 ~ 2.00 mg/kg, 舒芬太尼 0.3 ~ 0.5 μ g/kg, 维库溴铵 0.10 ~ 0.15 mg/kg, 经口插入硬质气管镜, 其侧孔连接呼吸机机械通气, 吸入气氧浓度 80% ~ 100%。

1.2.2 麻醉维持 静脉泵注丙泊酚 5.00 ~ 8.00 mg/(kg·h), 瑞芬太尼 0.1 ~ 0.2 μ g/(kg·min), 间断静脉追加舒芬太尼 0.1 ~ 0.2 μ g/kg, 维库溴铵 0.03 ~ 0.04 mg/kg, Narcotrend 指数维持在 40 ~ 60, 期间勤查动脉血气分析指标。

1.2.3 术中通气方式 ①HFJV 组: 频率为 1.00 ~ 2.50 Hz (60 ~ 150 次/min), 吸呼比为 1.0 : 1.5, 当动脉血二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide in arterial blood, PaCO₂) > 55 mmHg 时间断采用手控辅助通气; ②SHFJV 组: 常频: 频率为 0.20 ~ 0.33 Hz (12 ~ 20 次/min), 吸呼比为 1.0 : 1.0; 高频: 频率为 5.00 ~ 10.00 Hz (300 ~ 600 次/min), 吸呼比为 1.0 : 1.5; 最大气道压力 12 ~ 14 cmH₂O; 呼气末正压通气为 4 ~ 6 cmH₂O。两组患者术毕更换气管加强管或喉罩后送复苏室或 ICU 观察治疗。

1.3 观察指标

记录患者入室时 (T₁)、插管时 (T₂)、机械通气 10 min (T₃)、机械通气 20 min (T₄)、术毕 (T₅) 时点的 HR、平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP) 以及 T₁、T₃、T₄ 和 T₅ 时点的动脉血气分析结果 [酸碱度 (pH)、氧合指数 (partial pressure of oxygen in arterial blood/fractional concentration of inspiratory oxygen, PaO₂/FiO₂)、PaCO₂] 和术中不良事件 (血流动力学不稳事件、低氧血症、高碳酸血症、恶性心律失常、气道痉挛、是否中止手术)。血流动力学不稳事件: MAP 波动大于基础值 \pm 20%。

1.4 统计学方法

选用 SPSS 23.0 软件处理数据, 先行正态分布及方差齐性检验。计量资料采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较和组内两时点间比较行独立样本 *t* 检验, 计数资料以例 (%) 表示, 行 χ^2 检验; 当理论频数 $T < 1$ 或总样本量 $n < 40$ 时, 则用 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者各时点血流动力学指标比较

SHFJV 组 T₅ 时点 HR 较 T₁ 时点下降 ($P < 0.05$); 两组患者 T₃、T₄ 和 T₅ 时点 MAP 较 T₁ 时点下降 ($P < 0.05$), T₂ 时点 HR、MAP 与 T₁ 时点比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。组间比较, 两组患者 T₁、T₂、T₃、T₄ 和 T₅ 时点 HR 和 MAP 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.2 两组患者各时点血气分析指标比较

HFJV 组 T₃、T₄ 和 T₅ 时点 pH 和 PaO₂/FiO₂ 较 T₁ 时点明显下降, PaCO₂ 较 T₁ 时点明显上升 ($P < 0.05$); SHFJV 组 T₃、T₄ 时点 pH 和 PaO₂/FiO₂ 较 T₁ 时点明显下降, PaCO₂ 较 T₁ 时点明显上升 ($P < 0.05$), T₅ 时点 PaO₂/FiO₂ 较 T₁ 时点明显下降 ($P < 0.05$), pH 和 PaCO₂ 较 T₁ 时点无明显变化 ($P > 0.05$)。组间比较, 两组患者 T₁ 时点 pH、PaO₂/FiO₂ 和 PaCO₂ 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); SHFJV 组 T₃、T₄ 和 T₅ 时点 pH 和 PaO₂/FiO₂ 明显较 HFJV 组高 ($P < 0.05$)、PaCO₂ 明显较 HFJV 组低 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 两组患者术中不良事件比较

两组患者手术成功率为 100.00%。HFJV 组术中血流动力学不稳事件发生率为 40.00% (16/40), 高碳酸血症发生率为 100.00% (40/40), 与 SHFJV 组比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); HFJV 组低氧血症发生率为 7.50% (3/40), 与 SHFJV 组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组患者术中均无恶性心律失常、气道痉挛和中止手术等不良事件发生。见表 4。

表2 两组患者血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 2 Comparison of hemodynamic indexes between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	t ₁ 值,P ₁ 值	t ₂ 值,P ₂ 值	t ₃ 值,P ₃ 值	t ₄ 值,P ₅ 值
HR/(次/min)									
HFJV组(n=40)	83.80±12.45	82.35±15.75	83.23±14.28	83.63±14.57	85.63±15.88	0.69,0.496	0.32,0.750	0.11,0.915	-0.90,0.375
SHFJV组(n=40)	85.10±18.58	83.80±18.34	85.83±16.58	83.35±19.18	78.03±19.76	0.84,0.408	-0.40,0.692	0.97,0.337	3.71,0.001
t值	0.37	0.38	0.75	-0.07	-1.90				
P值	0.714	0.705	0.455	0.943	0.062				
MAP/mmHg									
HFJV组(n=40)	95.01±10.27	90.74±16.18	84.65±14.23	79.43±12.76	82.13±12.87	1.59,0.121	4.46,0.000	7.24,0.000	5.80,0.000
SHFJV组(n=40)	94.20±12.08	90.94±10.18	88.20±11.98	83.72±12.16	80.65±11.31	1.88,0.068	2.78,0.008	4.51,0.000	5.58,0.000
t值	-0.32	0.07	1.21	1.54	-0.55				
P值	0.748	0.947	0.231	0.128	0.586				

注: t₁值与P₁值为T₂时点与T₁时点比较的统计值; t₂值与P₂值为T₃时点与T₁时点比较的统计值; t₃值与P₃值为T₄时点与T₁时点比较的统计值; t₄值与P₄值为T₅时点与T₁时点比较的统计值

表3 两组患者血气分析指标比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 3 Comparison of blood gas analysis indexes between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	T ₁	T ₃	T ₄	T ₅	t ₁ 值,P ₁ 值	t ₂ 值,P ₂ 值	t ₃ 值,P ₃ 值
pH							
HFJV组(n=40)	7.38±0.06	7.29±0.04	7.23±0.05	7.38±0.05	11.05,0.000	14.21,0.000	6.66,0.000
SHFJV组(n=40)	7.40±0.07	7.35±0.05	7.35±0.06	7.31±0.04	4.86,0.000	3.94,0.000	1.60,0.118
t值	1.54	6.00	10.60	7.72			
P值	0.129	0.000	0.000	0.000			
PaO ₂ /FiO ₂							
HFJV组(n=40)	337.02±38.96	177.03±79.52	132.81±59.17	229.59±73.72	13.54,0.000	19.62,0.000	7.69,0.000
SHFJV组(n=40)	353.69±45.89	278.34±117.34	263.94±104.27	279.72±129.69	4.56,0.000	6.18,0.000	3.88,0.000
t值	1.75	4.52	6.92	2.13			
P值	0.084	0.000	0.000	0.037			
PaCO ₂ /mmHg							
HFJV组(n=40)	41.68±6.64	62.20±7.34	72.40±8.52	52.95±8.71	-17.91,0.000	-20.02,0.000	-6.44,0.000
SHFJV组(n=40)	43.93±10.76	49.73±8.90	48.50±10.27	43.43±7.22	-3.47,0.001	-2.69,0.010	0.33,0.742
t值	1.13	-6.84	-11.32	5.33			
P值	0.264	0.000	0.000	0.000			

注: t₁值与P₁值为T₃时点与T₁时点比较的统计值; t₂值与P₂值为T₄时点与T₁时点比较的统计值; t₃值与P₃值为T₅时点与T₁时点比较的统计值

表 4 两组患者术中不良事件比较 例(%)
Table 4 Comparison of intraoperative adverse events between the two groups n (%)

组别	血流动力学不平稳	低氧血症	高碳酸血症
HFJV 组(n = 40)	16(40.00)	3(7.50)	40(100.00)
SHFJV 组(n = 40)	7(17.50)	0(0.00)	21(52.50)
χ^2 值	4.94	/	/
P 值	0.047	0.241 [†]	0.000 [†]

注:†为 Fisher 确切检验

3 讨论

硬质气管镜应用于气道诊疗,能较好地兼顾手术操作与通气,但患者整个呼吸回路处于半封闭状态,且操作过程中器械频繁进出,仍无法避免回路漏气的发生^[2]。此外,由于患者本身气道高反应性,可操作空间狭小,反复刺激易引起气道出血、水肿、痉挛和窒息,加重通气和氧合障碍。因此,寻找一种安全可行的麻醉气道管理方法极为重要。

本研究中,为了减少术中气道痉挛和水肿等事件发生,两组患者术前均预防性使用了氨茶碱和激素等。术中采用全凭静脉麻醉进行诱导和维持,有效避免了因吸入性麻醉药物泄漏造成的环境污染。同时 Narcotrend 持续脑电监测,平稳地维持了麻醉深度,较好地抑制了硬质气管镜在放置和气道内手术操作过程中所造成的应激反应,使两组患者围术期血流动力学各指标整体上相对平稳,保证了手术顺利开展,且未发生恶性心律失常、气道痉挛和手术中止等不良事件。尽管与术前相比,两组患者术中 HR 和 MAP 均存在一定程度的波动,但有研究^[3-4]报道,MAP 在 65 mmHg 以上,能较好地满足重要组织脏器灌注。本研究中,HFJV 组术中血流动力学不平稳事件发生率明显较 SHFJV 组高。笔者认为,血压波动可能与间断手控辅助通气致胸内压变化和二氧化碳潴留相关^[5-6]。

在通气方面,HFJV 组存在低氧血症事件,二氧化碳潴留风险明显高于 SHFJV 组,虽然间断手控辅助在一定程度上能够改善通气,但患者术中均伴有高碳酸血症,内环境 pH 整体偏酸,不利于术中麻醉管理。其原因在于:HFJV 受文丘里效应和手术操作的影响,随着喷射频率增加和吸入潮气量逐渐减少,会发生二氧化碳排出障碍^[7]。因此,HFJV 不适用于长时间的手术治疗。而 SHFJV 组术中 PaO₂/FiO₂ 维持在正

常水平,明显优于 HFJV 组,且无低氧血症的发生,内环境 pH 和 PaCO₂ 亦基本维持在正常水平,较 HFJV 更安全、可行。作为将常频通气与高频通气相结合的新型通气方式,SHFJV 可以形成脉冲式的吸气压力平台和呼气末正压,其常频喷射所形成的肺部吸气压力平台,可以让患者获得足够时间的通气量,从而改善肺复张,促进二氧化碳排出,避免重复吸收,进一步提高 PaO₂/FiO₂;而高频喷射能在肺部产生呼气末正压,有助于提升肺泡氧浓度,维持肺组织复张状态,更有利于氧气的利用^[8-10]。此外,由于整个通气过程中气道压力相对恒定,使肺血管阻力较小,更有利于通气/血流比值的改善,能避免气压伤的发生^[11],更适用于术前气道狭窄合并心肺功能障碍的患者^[9]。

综上所述,在硬质气管镜诊疗期间采用全凭静脉麻醉,SHFJV 更有利于提高术中 PaO₂/FiO₂,并维持 PaCO₂ 浓度在正常水平,保持内环境平衡,可有效减少围术期手术操作及插管给患者带来的伤害和刺激,在保证舒适性的同时安全可行,值得临床推广使用。

参 考 文 献 :

- [1] PANCHABHAI T S, MEHTA A C. Historical perspectives of bronchoscopy. Connecting the dots[J]. Ann Am Thorac Soc, 2015, 12(5): 631-641.
- [2] SHAPSHAY S M, BEAMIS J F, MACDONALD E. A new rigid bronchoscope for laser fiber application[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 1987, 96(2): 202-204.
- [3] SALMASI V, MAHESHWARI K, YANG D, et al. Relationship between intraoperative hypotension, defined by either reduction from baseline or absolut thresholds, and acute kidney and myocardial injury after noncardiac surgery: a retrospective cohort analysis[J]. Anesthesiology, 2017, 126(1): 47-65.
- [4] VIVES M. Intraoperative blood pressure management[J]. Rev Esp Anesthesiol Reanim, 2020, 67 Suppl 1: 25-32.
- [5] MAHMOOD S S, PINSKY M R. Heart-lung interactions during

- mechanical ventilation: the basics[J]. *Ann Transl Med*, 2018, 6(18): 349.
- [6] STENGL M, LEDVINOVA L, CHVOJKA J, et al. Effects of clinically relevant acute hypercapnic and metabolic acidosis on the cardiovascular system: an experimental porcine study[J]. *Crit Care*, 2013, 17(6): R303.
- [7] 孙福德, 唐祖恩, 吴文双. 改良高频喷射通气在喉显微手术中的应用研究[J]. *临床合理用药杂志*, 2019, 12(10): 20-22.
- [7] SUN F D, TANG Z E, WU W S. Application of modified high-frequency jet ventilation in laryngeal microsurgery[J]. *Chinese Journal of Clinical Rational Drug Use*, 2019, 12(10): 20-22. Chinese
- [8] SÜTTERLIN R, PRIORI R, LARSSON A, et al. Frequency dependence of lung volume changes during superimposed high-frequency jet ventilation and high-frequency jet ventilation[J]. *Br J Anaesth*, 2014, 112(1): 141-149.
- [9] HOHENFORST-SCHMIDT W, ZAROGULIDIS P, HUANG H, et al. A new and safe mode of ventilation for interventional pulmonary medicine: the ease of nasal superimposed high frequency jet ventilation[J]. *J Cancer*, 2018, 9(5): 816-833.
- [10] PUTZ L, MAYNÉ A, DINCQ A S. Jet ventilation during rigid bronchoscopy in adults: a focused review[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 4234861.
- [11] REZAIIE-MAJD A, BIGENZAHN W, DENK D M, et al. Superimposed high-frequency jet ventilation (SHFJV) for endoscopic laryngotracheal surgery in more than 1 500 patients[J]. *Br J Anaesth*, 2006, 96(5): 650-659.
- (曾文军 编辑)

本文引用格式:

熊伟, 高进, 陈萍, 等. 全凭静脉麻醉下叠加式高频喷射通气在硬质气管镜诊疗中的应用[J]. *中国内镜杂志*, 2021, 27(9): 44-49.

XIONG W, GAO J, CHEN P, et al. Application of superimposed high-frequency jet ventilation under total intravenous anesthesia in rigid bronchoscopy[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2021, 27(9): 44-49. Chinese