

DOI: 10.12235/E20230111

文章编号: 1007-1989 (2023) 12-0020-06

论著

## 硬质支气管镜术中应用罗库溴铵行深度肌松对喷射通气氧合效果的影响\*

裘宝玉<sup>1</sup>, 黄丽君<sup>2</sup>, 叶辉<sup>2</sup>, 俞万钧<sup>3</sup>, 彭卫东<sup>3</sup>, 任秋生<sup>1</sup>

(1. 杭州市第九人民医院 麻醉科, 浙江 杭州 311225; 2. 宁波大学附属人民医院 麻醉科, 浙江 宁波 315040; 3. 宁波大学附属人民医院 呼吸科, 浙江 宁波 315040)

**摘要:** **目的** 探讨采用罗库溴铵实施深度肌松, 在硬质支气管镜治疗术中, 对喷射通气氧合效果的影响。**方法** 选择2021年12月—2023年2月择期行全身麻醉下经硬质支气管镜, 治疗中央气道病变的患者60例, 随机分为深度肌松组(D组,  $n=30$ )和中度肌松组(M组,  $n=30$ )。全身麻醉诱导后, 插入硬质支气管镜, 行喷射通气, 使用罗库溴铵作为肌松剂, 进行诱导和维持。M组采用4个成串刺激(TOF)测定肌松深度, 维持TOF计数为1至2; D组采用强直刺激后单刺激肌颤搐计数(PTC)测定肌松深度, 维持PTC在1至2。术毕, 使用舒更葡糖钠拮抗残余肌松。**结果** 两组患者手术时间、苏醒时间和拔管时间比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ ); D组整体手术时间、手术暂停时间和麻醉时间短于M组, D组肌松剂用量大于M组, D组术中低氧血症发生次数明显少于M组, 术后术者满意度高于M组, D组动脉血氧分压( $\text{PaO}_2$ )在喷射通气15 min ( $T_1$ )和30 min ( $T_2$ )高于M组, D组术后咽喉疼痛数少于M组, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 硬质支气管镜术中, 应用罗库溴铵实施深度肌松, 可以改善喷射通气的氧合效果, 缩短手术暂停时间和麻醉时间, 提高术者满意度, 舒更葡糖钠拮抗残余肌松, 可以解决深度肌松恢复延迟的弊端。

**关键词:** 深度肌松; 硬质支气管镜; 喷射通气; 氧合; 低氧血症; 介入性肺病学

**中图分类号:** R614

## Effect of deep muscle relaxation by rocuronium on oxygenation of jet ventilation during rigid bronchoscopy procedures\*

Qiu Baoyu<sup>1</sup>, Huang Lijun<sup>2</sup>, Ye Hui<sup>2</sup>, Yu Wanjun<sup>3</sup>, Peng Weidong<sup>3</sup>, Ren Qiusheng<sup>1</sup>

(1. Department of Anesthesiology, the Ninth People's Hospital, Hangzhou, Zhejiang 311225, China;

2. Department of Anesthesiology, the Affiliated People's Hospital of Ningbo University, Ningbo,

Zhejiang 315040, China; 3. Department of Respiratory Medicine, the Affiliated People's Hospital of Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315040, China)

**Abstract: Objective** To observe the effect of deep muscle relaxation by rocuronium on oxygenation of normal frequency jet ventilation during rigid bronchoscopy procedures. **Methods** From December 2021 to February 2023, 60 patients with central airway diseases underwent rigid bronchoscopy under general anesthesia, they were randomly divided into deep muscle relaxation group (group D,  $n=30$ ) and moderate muscle relaxation group (group M,  $n=30$ ). After induction of general anesthesia, the patients were inserted rigid bronchoscopy for jet ventilation, muscle relaxant was rocuronium in induction and maintenance. Train of four (TOF) stimulation was used

收稿日期: 2023-03-20

\* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (No: 2021KY332)

[通信作者] 任秋生, E-mail: renqiusheng@qq.com; Tel: 13989305634

to measure the depth of muscle relaxation in group M, and the TOF count was maintained at 1 or 2; In Group D, the depth of muscle relaxation was measured by post tetanic count (PTC), and the PTC was maintained at 1 or 2. After operation, Sugammadex antagonized residual muscle relaxation. **Results** There was no significant difference in operation time, recovery time and extubation time between the two groups ( $P > 0.05$ ). The total operation time, operation pause time and anesthesia time in group D were shorter than those in group M, the dosage of muscle relaxant in group D was more than that in group M, the incidence of hypoxemia during surgery in group D was less than that in group M, the operators' satisfaction in group D was better than that in group M, and the arterial partial pressure of oxygen ( $\text{PaO}_2$ ) in group D was higher than that in group M at 15 min ( $T_1$ ) and 30 min ( $T_2$ ) after jet ventilation, the number of patients with postoperative sore throat in group D was less than that in group M, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The application of deep muscle relaxation by rocuronium in rigid bronchoscopy procedures can improve the oxygenation effect of normal frequency jet ventilation, reduce the operation pause time and anesthesia time, improve the satisfaction of operators, antagonizing residual muscle relaxation with Sugammadex can relieve the worry of delayed recovery from deep muscle relaxation.

**Keywords:** deep muscle relaxation; rigid bronchoscopy; jet ventilation; oxygenation; hypoxemia; interventional pulmonology

经硬质支气管镜介入手术, 如: 机械性病变切除、热消融(激光、电灼和氩等离子体凝固)、冷冻或支架放置等治疗措施, 是近年来治疗中央气道良性或恶性病变的主要手段<sup>[1-2]</sup>。硬质支气管镜与气管壁之间存在较大腔隙, 使机械通气回路缺乏应有的密闭性, 普通麻醉机应用范围较局限, 难以在半开放回路中, 有效补充外溢气体, 临床上常采用喷射通气, 来优化硬质支气管镜手术的机械通气效果<sup>[3-4]</sup>。深度肌松已广泛应用于腹腔镜手术的全身麻醉中, 可以改善手术条件, 降低腹腔镜所需的二氧化碳压力, 减少术后并发症<sup>[5-6]</sup>, 但在呼吸道内镜介入手术中应用, 报道较少。深度肌松可以提高胸廓、腹部肌群和膈肌运动的顺应性, 降低机械通气阻力, 在通气压力有限的情况下, 可能更好地改善喷射通气的氧合效果。另外, 舒更葡糖钠的出现, 解决了麻醉中深度肌松延迟恢复的问题<sup>[7]</sup>。本研究拟观察硬质支气管镜术中, 使用罗库溴铵行深度肌松, 对喷射通气氧合效果的影响, 以及舒更葡糖钠拮抗残余肌松后, 患者的恢复情况。现报道如下:

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究采用前瞻性、随机对照试验, 选取 2021 年 12 月—2023 年 2 月在宁波大学附属人民医院择期全身麻醉下经硬质支气管镜治疗中央气道病变的患者 60 例, 采用随机数表法, 分为深度肌松组 (D 组,  $n = 30$ ) 和中度肌松组 (M 组,  $n = 30$ ), 年龄 38 ~ 72

岁, 身高 156 ~ 182 cm, 体重指数 (body mass index, BMI) 21.5 ~ 31.3  $\text{kg}/\text{m}^2$ , 美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologist, ASA) 分级为 II 级或 III 级。两组患者性别、年龄、身高、体重、ASA 分级、一秒率 (forced expiratory volume in one second/forced vital capacity,  $\text{FEV}_1/\text{FVC}$ )、动脉血氧分压 (arterial partial pressure of oxygen,  $\text{PaO}_2$ ) 和病变位置等一般资料比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性。见表 1。

纳入标准: 年龄 20 ~ 80 岁; ASA 分级为 I 级至 III 级; 气管和 (或) 支气管肿瘤或新生物; 需要硬质支气管镜干预治疗的患者。排除标准: 肺炎或哮喘发作期、慢性阻塞性肺疾病、颈椎关节活动受限、胸壁畸形或瘢痕、膈疝或膈肌异常、神经肌肉疾病和心功能不全等。本研究通过宁波大学附属人民医院伦理委员会批准, 批件号: 2020-014, 所有患者知情同意, 并签署知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 术前准备** 术前常规禁食禁饮 8 h。入室后, 采用多功能监护仪 (型号: Datex—Ohmeda S/5) 常规监测心电图、经皮动脉血氧饱和度 (percutaneous arterial oxygen saturation,  $\text{SpO}_2$ )、无创血压和脑电双频指数 (bispectral index, BIS)。将手掌式定量肌松监测电极, 置于腕横纹近端尺神经体表投影处皮肤, 手指握持传感器, 固定于拇指与食指之间备用, 术中通过尺神经刺激引起的拇内收肌收缩强度, 来反映神经肌肉阻滞深度。左侧桡动脉穿刺置管, 连接加压持

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	性别(女/男)/ 例	年龄/ 岁	BMI/ (kg/m <sup>2</sup> )	ASA(Ⅱ级/ Ⅲ级)/例	FEV <sub>1</sub> /FVC/ %	PaO <sub>2</sub> / mmHg	病变位置(气管/ 支气管)/例
D组(n=30)	10/20	60.2±6.3	21.2±2.6	8/22	78.0±5.2	79.7±5.6	16/14
M组(n=30)	9/21	62.6±7.2	22.1±2.9	10/20	80.1±4.7	81.2±4.8	18/12
$\chi^2/t$ 值	0.08	1.19 <sup>†</sup>	1.27 <sup>†</sup>	0.32	1.71 <sup>†</sup>	0.86 <sup>†</sup>	0.27
P值	0.781	0.240	0.211	0.573	0.093	0.396	0.602

注：<sup>†</sup>为t值。

续冲洗装置，便于术中血气分析监测。开放患者上肢外周静脉，输注乳酸林格液。

**1.2.2 麻醉诱导** 全身麻醉诱导：采用咪达唑仑 1.0~2.0 mg、丙泊酚 1.0~2.0 mg/kg、罗库溴铵 0.6 mg/kg 和舒芬太尼 0.5  $\mu$ g/kg 静脉注射，然后，置入硬质支气管镜（生产厂家：卡尔史托斯，直径 8.5 mm），用斜侧孔接喷射呼吸机（生产厂家：江西省特力麻醉呼吸设备有限公司，型号：TKR-Ⅱ300B），进行喷射通气。呼吸参数设置：驱动压 0.18 MPa，吸呼比 1:1，通气频率 15 次/min，氧浓度 40%。麻醉维持：采用瑞芬太尼 0.1~0.2 mg/(kg·h) 和丙泊酚 4.0~6.0 mg/(kg·h)，以维持 BIS 在 40~60。

**1.2.3 维持肌松** 依据患者的分组，用罗库溴铵不同给药剂量维持肌松。两组患者在麻醉诱导开始后，罗库溴铵注射前，行尺神经刺激肌张力定标，然后，每 5 min 测定一次肌松。M 组采用 4 个成串刺激 (train of four, TOF) 监测肌松深度，麻醉诱导后，静脉输注罗库溴铵，初始输注速率 0.3 mg/(kg·h)，然后，调节输注速率维持 TOF 计数为 1 至 2。D 组采用强直刺激后单刺激肌颤搐计数 (post tetanic count, PTC) 测定肌松深度，麻醉诱导后，开始静脉输注罗库溴铵，初始输注速率 0.5 mg/(kg·h)，调节速率维持 PTC 在 1 至 2<sup>[8]</sup>；手术结束时，停止输注罗库溴铵。

**1.2.4 术中处理** 术中低氧血症 (SpO<sub>2</sub> < 90%) 发生时，暂停手术操作和喷射通气，封闭操作孔，经支气管镜侧孔接麻醉机呼吸回路 Y 型管接口，行人工纯氧通气，必要时，术者用手封闭口鼻，避免漏气，以改善通气效果；待 SpO<sub>2</sub> > 98% 且维持通气 1 min 后，再次改为喷射通气，并开始手术。当血流动力学波动时，可使用血管活性药物来维持循环稳定。

**1.2.5 术后处理** 手术结束时，停止麻醉药物输

注，硬质支气管镜改换为标准气管导管行机械通气，且间断实施控制性肺膨胀，预防术后肺不张。M 组或 D 组分别静脉注射 2.0 mg/kg 和 4.0 mg/kg 舒更葡糖钠，拮抗残余肌松<sup>[9]</sup>。当 TOF 比值  $\geq$  0.9，患者意识清醒，自主潮气量 > 5 mL/kg，呼吸频率 > 12 次/min 时，拔除气管导管，改用无重复吸入面罩吸氧 4 L/min，观察患者情况稳定 10 min，将患者转移至麻醉后恢复室，继续观察。

### 1.3 观察指标

记录整体手术时间、手术时间、手术暂停时间、麻醉时间、苏醒时间和拔管时间。整体手术时间指：患者入手术间到出手术间的时间；手术时间指：插入硬质气管镜到拔除硬质支气管镜的时间，减去手术暂停时间；手术暂停时间指：喷射通气过程中，由于纠正低氧血症而中断手术，产生的累积时间之和；麻醉时间指：开始诱导注射药物至停止麻醉药物注射的时间；苏醒或拔管时间指：从停止麻醉药物注射至呼唤可以睁眼或满足拔管气管指征拔除气管导管的时间。记录术中肌松剂用量、术中低氧血症发生次数和术者满意度。低氧血症发生次数指：患者在喷射通气过程中，SpO<sub>2</sub> < 90% 的发生次数；术者满意度指：在手术结束时，术者采用满意度评分对机械通气效果给予评价，0 为非常不满意，10 分为非常满意。记录麻醉前 (T<sub>0</sub>)、喷射通气 15 min (T<sub>1</sub>)、通气 30 min (T<sub>2</sub>) 和拔管后 5 min (T<sub>3</sub>) 桡动脉 PaO<sub>2</sub> 及动脉血二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide in arterial blood, PaCO<sub>2</sub>)。记录患者术后气压伤 (气胸或纵隔气肿)、咽喉疼痛、呼吸功能不全、24 h 内再次手术和住院天数。呼吸功能不全指：术后 24 h 不吸氧状态下，SpO<sub>2</sub> 低于 92%；24 h 内再次手术指：因为硬质支气管镜介

入手术并发症而需要进行的手术。

#### 1.4 统计学方法

选用 SPSS 26.0 软件进行统计学处理。符合正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 组间比较, 采用两独立样本  $t$  检验, 重复测量数据比较, 采用重复测量数据方差分析。计数资料以例 (%) 表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。不满足正态分布的计量资料, 以中位数 (四分位间距) [ $M$  ( $IQR$ )] 表示, 采用非参数秩和检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者麻醉情况比较

D 组整体手术时间、手术暂停时间和麻醉时间短于 M 组, D 组麻醉肌松剂用量较 M 组大, D 组术中低

氧血症发生次数明显少于 M 组, 且术者满意度明显高于 M 组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。两组患者手术时间、苏醒时间和拔管时间比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

### 2.2 两组患者术中情况比较

两组患者  $T_0$  和  $T_3$  时点  $PaO_2$  比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), D 组  $T_1$  和  $T_2$  时点  $PaO_2$  高于 M 组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 两组患者  $T_0$ 、 $T_1$  和  $T_3$  时点  $PaCO_2$  比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 而在  $T_2$  时点, M 组  $PaCO_2$  高于 D 组 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

### 2.3 两组患者术后情况比较

D 组术后咽喉疼痛少于 M 组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 两组患者均无气压伤, 发生呼吸衰竭各 1 例, M 组再次手术 1 例。两组患者住院时间比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 4。

表 2 两组患者麻醉情况比较

Table 2 Comparison of anesthesia situation between the two groups

组别	整体手术时间/min	手术时间/min	手术暂停时间/min	麻醉时间/min
D 组 ( $n = 30$ )	119.5 $\pm$ 15.6	89.7 $\pm$ 13.5	7.0 $\pm$ 2.9	98.6 $\pm$ 9.0
M 组 ( $n = 30$ )	132.3 $\pm$ 17.5	93.6 $\pm$ 15.3	16.3 $\pm$ 4.8	115.2 $\pm$ 12.2
$t/Z$ 值	3.14	1.10	9.98	6.14
$P$ 值	0.003	0.274	0.000	0.000

  

组别	苏醒时间/min	拔管时间/min	肌松剂用量/mg	低氧血症/次	术者满意度评分/分
D 组 ( $n = 30$ )	8.0 $\pm$ 2.6	9.6 $\pm$ 2.9	131.5 $\pm$ 17.1	2(1)	9(1)
M 组 ( $n = 30$ )	7.4 $\pm$ 2.6	9.0 $\pm$ 2.8	98.8 $\pm$ 14.6	9(5)	6(2)
$t/Z$ 值	0.89	0.82	8.21	-6.80 <sup>†</sup>	-6.01 <sup>†</sup>
$P$ 值	0.375	0.418	0.000	0.000	0.000

注: <sup>†</sup>为  $Z$  值。

表 3 两组患者术中情况比较 (mmHg,  $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Comparison of intraoperative conditions between the two groups (mmHg,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	$PaO_2$				$PaCO_2$			
	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$
D 组 ( $n = 30$ )	80.3 $\pm$ 5.5	90.9 $\pm$ 12.2	93.6 $\pm$ 16.2	95.9 $\pm$ 12.3	40.3 $\pm$ 4.7	47.1 $\pm$ 5.4	44.6 $\pm$ 6.9	42.4 $\pm$ 4.7
M 组 ( $n = 30$ )	81.0 $\pm$ 6.2	84.3 $\pm$ 14.6	84.7 $\pm$ 18.0	95.0 $\pm$ 13.4	38.7 $\pm$ 5.2	48.9 $\pm$ 5.9	48.1 $\pm$ 6.5	44.6 $\pm$ 5.1
$t$ 值	0.70	2.08	2.05	0.31	1.71	1.40	2.38	1.71
$P$ 值	0.486	0.042	0.045	0.758	0.093	0.166	0.021	0.093

表 4 两组患者术后情况比较  
Table 4 Comparison of postoperative conditions between the two groups

组别	咽喉疼痛/例	呼吸衰竭/例	再次手术/例	住院时间/d
D组(n=30)	13	1	0	9.8±2.2
M组(n=30)	22	1	1	10.8±3.0
$\chi^2/t$ 值	5.55			1.47 <sup>†</sup>
P值	0.018			0.146

注：†为t值。

### 3 讨论

近年来，深度肌松已广泛应用于各类腔镜手术中，可以改善手术视野条件<sup>[10]</sup>，降低二氧化碳气腹工作压力，减少二氧化碳介质吸收带来的并发症，减少术中失血量<sup>[11]</sup>，减轻患者术后疼痛<sup>[6, 8]</sup>，对具有危重病或多种合并症的患者极为重要。国产舒更葡糖钠的出现，为罗库溴铵实施深度肌松提供了经济与安全保障。本研究在硬质支气管镜介入手术中，使用罗库溴铵实施深度肌松，发现：喷射通气的氧合效果得到了改善，明显降低了中央气道手术低氧血症发生率，缩短了麻醉和整体手术时间。

硬质支气管镜下介入手术麻醉，呼吸回路一般为开放性回路，术中常采用喷射通气维持机体氧合<sup>[12]</sup>。喷射通气频率可以分为高频、常频或高常频叠加，高频通气常可引起高碳酸血症和低氧血症等并发症<sup>[13]</sup>。常频通气因通气模式近乎正常呼吸活动，而并发症较少<sup>[14-16]</sup>，高常频叠加通气则需要更为先进的仪器及监测系统，应用并未得以普及。本研究根据研究条件和使用经验，采用了常频喷射通气。常用喷射通气机缺乏有效潮气量的监测，工作压力常依靠观察患者胸壁起伏的活动程度来设定，但对于慢性阻塞性肺疾病和气道阻塞的患者来说，该工作压力设定可能是危险的<sup>[12]</sup>。本研究为保障患者安全，提高研究效率，增加研究的可重复性，对所有患者均采用了一个较为安全的工作压力。

本研究中，两组患者术前一般情况基本相似，手术时间组间比较，差异无统计学意义。M组术中发生低氧血症的次数明显增加，手术暂停和纯氧机械通气改善低氧血症的操作次数亦相应增加，导致相对应的手术暂停时间、麻醉时间和整体手术时间延长。D组由于需要维持深度肌松，罗库溴铵用量明显增加；但所有患者术毕均使用舒更葡糖钠，拮抗罗库溴铵引起

的残余肌松，使两组患者苏醒时间和拔管时间无明显差异。在舒更葡糖钠拮抗深度肌松时，肌松恢复时间可能比拮抗中度肌松长约1 min<sup>[17]</sup>，但本研究中，两组患者苏醒时间和拔管时间并无明显差异，这可能与本研究中，舒更葡糖钠采用两种不同的剂量进行拮抗有关。本研究中，整体手术时间，即从入手术间到出手术间的时间，由麻醉前准备、麻醉时间、拔管时间和拔管后观察等组成，D组因手术暂停时间较短而整体手术时间缩短，亦加快了手术室的周转频率。D组术中低氧血症发生次数较少，导致手术暂停时间较短，术者手术过程顺畅，满意度评分明显增加。T<sub>0</sub>、T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>和T<sub>3</sub>时点，分别对患者的PaO<sub>2</sub>和PaCO<sub>2</sub>进行了监测，D组在T<sub>1</sub>和T<sub>2</sub>时点，PaO<sub>2</sub>明显高于M组，与D组术中低氧血症发生次数较少的结果相一致。两组患者喷射通气过程中，无明显高碳酸血症，可能与常频高潮气量喷射通气和二氧化碳的高弥散率有关。D组术后咽喉痛发生例数明显少于M组，但机制尚不清楚，可能与深度肌松后，颈部肌群松弛，咽喉部张力降低有关<sup>[18-19]</sup>；两组患者均无气压伤，发生呼吸衰竭各1例、M组再次手术1例，两组患者住院时间比较，差异无统计学意义，考虑原因为：深度肌松并未改变其发生的高风险因素，与以前研究<sup>[10, 20]</sup>结果相似。

本研究采用深度肌松，改善了硬质支气管镜术中喷射通气的氧合作用，其机制可能为：深度肌松改善膈肌和胸腹部肌群的顺应性，使喷射通气阻力降低及通气量增加。本研究因监测设备缺乏且不成熟，未能监测潮气量、呼气末肺容量和膈肌活动度等指标，此机制尚需验证。近年来，新出现的光电容描绘仪，可以通过红外线，识别胸腹部体表标记的位移，还能三维重建和计算胸腹腔体积的变化，间接反映潮气量等参数，可能有助于机制的进一步研究<sup>[21-22]</sup>。

综上所述，硬质支气管镜术中应用罗库溴铵，实

施深度肌松, 可以改善喷射通气的氧合效果, 缩短手术暂停时间和麻醉时间, 提高术者满意度。舒更葡糖钠的使用, 使深度肌松解决了恢复延迟的弊端。

#### 参 考 文 献 :

- [1] BATRA H, YARMUS L. Indications and complications of rigid bronchoscopy[J]. *Expert Rev Respir Med*, 2018, 12(6): 509-520.
- [2] ROSELL A, STRATAKOS G. Therapeutic bronchoscopy for central airway diseases[J]. *Eur Respir Rev*, 2020, 29(158): 190178.
- [3] PAWLOWSKI J. Anesthetic considerations for interventional pulmonary procedures[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2013, 26(1): 6-12.
- [4] FORTIN M, YARMUS L, RENDINA E A, et al. Multi-institutional retrospective analysis of adverse events following rigid tracheobronchoscopy[J]. *Respirology*, 2021, 26(1): 87-91.
- [5] KOO B W, OH A Y, NA H S, et al. Effects of depth of neuromuscular block on surgical conditions during laparoscopic colorectal surgery: a randomised controlled trial[J]. *Anaesthesia*, 2018, 73(9): 1090-1096.
- [6] BRUINTJES M H, VAN HELDEN E V, BRAAT A E, et al. Deep neuromuscular block to optimize surgical space conditions during laparoscopic surgery: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118(6): 834-843.
- [7] HRISTOVSKA A M, DUCH P, ALLINGSTRUP M, et al. Efficacy and safety of sugammadex versus neostigmine in reversing neuromuscular blockade in adults[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 8(8): CD012763.
- [8] 周影, 韩伟. 深度肌松联合低气腹压用于肥胖患者妇科腹腔镜手术的效果[J]. *中华麻醉学杂志*, 2019, 39(6): 722-725.
- [8] ZHOU Y, HAN W. Efficacy of deep neuromuscular blockade combined with low-pressure pneumoperitoneum for gynecological laparoscopic surgery in obese patients[J]. *Chinese Journal of Anesthesiology*, 2019, 39(6): 722-725. Chinese
- [9] HONING G H M, MARTINI C H, OLOFSEN E, et al. Deep neuromuscular block does not improve surgical conditions in patients receiving sevoflurane anaesthesia for laparoscopic renal surgery[J]. *Br J Anaesth*, 2021, 126(2): 377-385.
- [10] FUCHS-BUDER T, ROMERO C S, LEWALD H, et al. Peri-operative management of neuromuscular blockade: a guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2023, 40(2): 82-94.
- [11] KANG W S, OH C S, RHEE K Y, et al. Deep neuromuscular blockade during spinal surgery reduces intra-operative blood loss: a randomised clinical trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2020, 37(3): 187-195.
- [12] PUTZ L, MAYNÉ A, DINCQ A S. Jet ventilation during rigid bronchoscopy in adults: a focused review[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 4234861.
- [13] FERNANDEZ-BUSTAMANTE A, IBANEZ V, ALFARO J J, et al. High-frequency jet ventilation in interventional bronchoscopy: factors with predictive value on high-frequency jet ventilation complications[J]. *J Clin Anesth*, 2006, 18(5): 349-356.
- [14] HELMERS R A, SANDERSON D R. Rigid bronchoscopy. The forgotten art[J]. *Clin Chest Med*, 1995, 16(3): 393-399.
- [15] WAHIDI M M, HERTH F J F, CHEN A, et al. State of the art: interventional pulmonology[J]. *Chest*, 2020, 157(3): 724-736.
- [16] MYINT C W, TENG S E, BUTLER J J, et al. Low pressure low frequency jet ventilation: techniques, safety and complications[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2022, 131(12): 1346-1352.
- [17] COUTO M, COUTO J G, NUNES C S, et al. Systematic review on rocuronium continuous infusion for deep neuromuscular blockade[J]. *Curr Rev Clin Exp Pharmacol*, 2021, 16(1): 64-72.
- [18] RICHEBÉ P, BOUSETTE N, FORTIER L P. A narrative review on the potential benefits and limitations of deep neuromuscular blockade[J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2021, 40(4): 100915.
- [19] KATHOPOULIS N, PROTOPAPAS A, STAMATAKIS E, et al. Deep versus moderate neuromuscular blockade in gynecologic laparoscopic operations: randomized controlled trial[J]. *J Pers Med*, 2022, 12(4): 561.
- [20] LEE B J, LEE H N, CHUNG J Y, et al. Effect of deep versus moderate neuromuscular blockade on quantitatively assessed postoperative atelectasis using computed tomography in thoracic surgery; a randomized double-blind controlled trial[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(15): 3228.
- [21] ALIVERTI A, DELLACÁ R, PELOSI P, et al. Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography[J]. *Ann Biomed Eng*, 2001, 29(1): 60-70.
- [22] DELLACÁ R L, ALIVERTI A, PELOSI P, et al. Estimation of end-expiratory lung volume variations by optoelectronic plethysmography[J]. *Crit Care Med*, 2001, 29(9): 1807-1811.

(彭薇 编辑)

#### 本文引用格式:

裘宝玉, 黄丽君, 叶辉, 等. 硬质支气管镜术中应用罗库溴铵行深度肌松对喷射通气氧合效果的影响[J]. *中国内镜杂志*, 2023, 29(12): 20-25.

QIU B Y, HUANG L J, YE H, et al. Effect of deep muscle relaxation by rocuronium on oxygenation of jet ventilation during rigid bronchoscopy procedures[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2023, 29(12): 20-25. Chinese