

· 临床研究 ·

压力控制容量保证通气模式在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中的应用

杨海扣 强强 周士三 张浩 孙剑

【摘要】 目的 探讨在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中应用压力控制容量保证通气(PCV-VG)模式的通气效果及应用安全性。**方法** 选择全麻下行胸腔镜食管闭锁手术新生儿 36 例,男 22 例,女 14 例,日龄 1~4 d,体重 1.4~4.5 kg,ASA III 或 IV 级。采用随机数字表法将新生儿分为两组:PCV-VG 模式组(P 组)和容量控制通气(VCV)模式组(V 组),每组 18 例。麻醉成功后 P 组和 V 组分别使用 PCV-VG 模式和 VCV 模式。记录气管插管前、单肺通气前 10 min、单肺通气后 30 min、单肺通气结束后 10 min 的 MAP、HR、SpO₂。记录单肺通气前 10 min、单肺通气后 30 min、单肺通气结束后 10 min 的气道平均压(Pmean)、气道峰压(Ppeak)、吸气平台压(Pplat)、肺动态顺应性(Cdyn)、P_{ET}CO₂、PaCO₂、PaO₂ 和 pH。记录术后气管导管拔除时间和 ICU 停留时间。**结果** 与 V 组比较,单肺通气后 30 min P 组 SpO₂、Cdyn、PaO₂ 和 pH 明显升高($P<0.05$),Pmean、Ppeak、Pplat 明显降低($P<0.05$);单肺通气后 30 min 和单肺通气结束后 10 min P 组 P_{ET}CO₂、PaCO₂ 明显降低($P<0.05$)。与 V 组比较,P 组术后气管导管拔除时间和 ICU 停留时间明显缩短($P<0.05$)。**结论** 在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中,与 VCV 模式比较,使用 PCV-VG 模式可以降低气道压力,提高肺顺应性,改善术中肺部气体交换,有利于新生儿术后康复。

【关键词】 食管闭锁;胸腔镜;压力控制容量保证通气;容量控制通气;新生儿;单肺通气

Application of pressure-controlled ventilation-volume guaranteed ventilation mode in neonatal thoracoscopic esophageal atresia surgery YANG Haikou, QIANG Qiang, ZHOU Shisan, ZHANG Hao, SUN Jian. Department of Anesthesiology, Huai'an Maternal and Child Health Care Center, Huai'an 223002, China

Corresponding author: SUN Jian, Email: 826507703@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the ventilation effect and application safety of pressure-controlled ventilation-volume guaranteed (PCV-VG) mode in neonatal thoracoscopic esophageal atresia surgery. **Methods** Thirty-six newborns who underwent thoracoscopic esophageal atresia surgery under general anesthesia, 22 males and 14 females, aged 1–4 days, weighing 1.4–4.5 kg, ASA physical status III or IV, were divided into two groups using a random number table method: the PCV-VG mode group (group P) and the volume-controlled ventilation (VCV) mode group (group V), 18 newborns in each group. After anesthesia, PCV-VG and VCV ventilation modes were employed for mechanical ventilation in groups P and V, respectively. The MAP, HR, and SpO₂ were recorded prior to tracheal intubation, 10 minutes before one-lung ventilation (OLV), 30 minutes after OLV, and 10 minutes after completion of OLV. Additionally, the Pmean, Ppeak, Pplat, Cdyn, P_{ET}CO₂, PaCO₂, PaO₂, and pH were monitored 10 minutes before OLV, 30 minutes after OLV, and 10 minutes after completion of OLV. The time of tracheal tube removal after surgery and the duration of ICU retention were also observed. **Results** Compared with group V, the SpO₂, Cdyn, PaO₂, and pH levels showed a significant increase, while significant decrease were noted in Pmean, Ppeak, and Pplat in group P 30 minutes after OLV ($P<0.05$). Compared with group V, the P_{ET}CO₂ and PaCO₂ in group P decreased significantly 30 minutes after OLV and 10 minutes after completion of OLV. Besides, compared with group V, the time of tracheal tube removal after surgery and the duration of ICU retention were also significantly shortened in group P ($P<0.05$). **Conclusion** The utilization of PCV-VG ventilation mode in neonatal thoracoscopic esophageal atresia surgery, as compared to VCV ventilation mode, can effectively reduce airway pressure, enhance lung compliance, optimize intraoperative lung gas exchange, and facilitate postoperative recovery of the neonates.

【Key words】 Esophageal atresia; Thoracoscope; Pressure-controlled ventilation-volume guaranteed; Volume-controlled ventilation; Neonate; One-lung ventilation

DOI:10.12089/jca.2024.02.009

作者单位:223002 江苏省淮安市妇幼保健院麻醉科

通信作者:孙剑,Email: 826507703@qq.com

食管闭锁是新生儿严重先天性消化道畸形,发病率约为 1/5 000~1/3 000,需尽快手术治疗^[1]。随着外科微创技术的不断发展,新生儿食管闭锁手术可在胸腔镜下实施完成,该术式创伤小、术后疼痛程度轻、住院时间短,还可减少肋骨融合所致的脊柱侧弯^[2]。单肺通气是胸腔镜手术中必不可少的麻醉技术,新生儿由于胸腔空间小,肺发育不成熟,CO₂ 人工气胸对正常生理功能干扰大^[3],易出现术中低氧血症、酸中毒等内环境紊乱。压力控制容量保证 (pressure-controlled ventilation-volume guaranteed, PCV-VG) 模式是在确保预设最低潮气量条件下,麻醉机根据肺顺应性变化自动调整通气速度和气道压,改善肺泡氧合^[4]。在成人、婴儿胸腔镜手术中使用 PCV-VG 模式可改善肺顺应性,产生保护性肺通气效果^[5-6],而 PCV-VG 模式应用于新生儿胸腔镜食管闭锁手术的报道少见。本研究分析新生儿胸腔镜食管闭锁手术中应用 PCV-VG 模式的术中通气效果,评估该通气模式在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中应用的安全性。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准 (2016012),家属签署知情同意书。选择 2017 年 1 月至 2022 年 12 月胸腔镜食管闭锁手术新生儿,性别不限,日龄 1~4 d,体重 1.4~4.5 kg,ASA III 或 IV 级,先天性食管闭锁 III 型,无紫绀型心脏病或其他严重先天畸形,无严重内环境紊乱。剔除标准:中转开胸,严重肺部感染,严重血流动力学波动。采用随机数字表法将新生儿随机分为两组:PCV-VG 模式组 (P 组) 和容量控制通气 (volume-controlled ventilation, VCV) 模式组 (V 组)。

麻醉方法 患儿确诊为食管闭锁即开始禁食禁饮并行输液及营养支持治疗,经鼻腔置入 6 号胃管至食管近段盲端并妥善固定,及时清理呼吸道分泌物,由新生儿保暖箱转入手术室。麻醉前注射器抽吸胃管和口腔分泌物,上半身略垫高,麻醉诱导采用 3% 七氟醚吸入,保留自主呼吸,静脉缓慢注射丙泊酚 2 mg/kg、芬太尼 2 μg/kg、盐酸戊乙奎醚 0.01 mg/kg。置入气管导管,使气管导管前端侧孔越过痰口,双肺及胃区听诊判断气管导管位置正确后,静脉注射顺式阿曲库铵 0.1 mg/kg,连接麻醉机控制呼吸。围术期常规监测 MAP、HR、P_{ET} CO₂、SpO₂、尿量及体温等。P 组使用 PCV-VG 模式,V 组使用 VCV 模式。双肺通气时呼吸参数设置:FiO₂

0.4~0.6, PEEP 4 cmH₂O, I : E 1 : 1.5~2, V_T 8~10 ml/kg, RR 30~35 次/分,氧流量 2 L/min。CO₂ 气胸期间呼吸参数设置:FiO₂ 0.8~1.0, PEEP 4~5 cmH₂O, I : E 1 : 1~1.5, V_T 4~6 ml/kg, RR 35~55 次/分,氧流量 2~3 L/min。术中出现 SpO₂ 下降后根据需要间断手控呼吸,必要时嘱手术医师暂停操作。术中人工气胸时 CO₂ 压力渐增至 4~6 mmHg,流速 1~2 L/min,以能满足手术需求的最低压力维持 CO₂ 进气速度。置入胸腔闭式引流管前进行肺复张 3~5 次,每次肺复张维持时间约 10 s,压力不超过 30 mmHg。术中采用静-吸复合麻醉维持麻醉深度,充气式保温毯等措施进行体温保护,微量输液泵控制输液速度,根据需要补充葡萄糖,尽量维持内环境和血流动力学稳定,必要时使用血管活性药物维持血压。术毕带气管导管,用新生儿保暖箱转运至新生儿重症监护室 (neonatal intensive care unit, NICU)。

观察指标 记录气管插管前、单肺通气前 10 min、单肺通气后 30 min、单肺通气结束后 10 min 的 MAP、HR、SpO₂。记录单肺通气前 10 min、单肺通气后 30 min、单肺通气结束后 10 min 的气道平均压 (P_{mean})、气道峰压 (P_{peak})、吸气平台压 (P_{plat})、肺动态顺应性 (C_{dyn})、P_{ET} CO₂、PaCO₂、PaO₂ 和 pH。记录术后气管导管拔除时间和 ICU 停留时间。

统计分析 采用 GraphPad Prism 8.3.0 分析数据。正态分布计量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用成组 *t* 检验;组内比较采用单因素方差分析。计数资料以例 (%) 表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入胸腔镜食管闭锁手术新生儿 36 例。两组患儿性别、胎龄、日龄、体重、ASA 分级、麻醉时间和手术时间差异无统计学意义 (表 1)。

与 V 组比较,单肺通气后 30 min P 组 SpO₂ 明显升高 (*P* < 0.05)。两组不同时点 MAP 和 HR 差异无统计学意义 (表 2)。

与 V 组比较,单肺通气后 30 min P 组 P_{mean}、P_{peak}、P_{plat} 明显降低, C_{dyn} 明显升高 (*P* < 0.05)。单肺通气前 10 min 和单肺通气结束后 10 min 两组呼吸力学指标差异无统计学意义 (表 3)。

与 V 组比较,单肺通气后 30 min P 组 PaO₂ 和 pH 明显升高 (*P* < 0.05);单肺通气后 30 min 和单肺

表 1 两组患儿一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	胎龄 (周)	日龄 (d)	体重 (kg)	ASA Ⅲ/Ⅳ级 (例)	麻醉时间 (h)	手术时间 (h)
P 组	18	11/7	38.4±2.5	1.6±1.0	2.9±0.7	11/7	4.3±0.8	3.5±0.9
V 组	18	11/7	38.1±1.8	1.4±0.6	2.9±0.6	10/8	3.9±0.6	3.0±0.6

表 2 两组患儿不同时点 MAP、HR、SpO₂ 的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	气管插管前	单肺通气前 10 min	单肺通气后 30 min	单肺通气 结束后 10 min
MAP(mmHg)	P 组	18	58.22±3.28	59.67±5.03	58.06±4.09	57.83±4.16
	V 组	18	59.44±4.45	58.44±3.78	60.50±3.01	60.11±4.04
HR(次/分)	P 组	18	132.92±7.28	134.04±7.99	134.60±7.46	131.73±9.20
	V 组	18	134.60±6.30	137.67±9.12	133.75±9.65	131.23±6.77
SpO ₂ (%)	P 组	18	95.28±1.32	94.44±2.38	89.11±1.68 ^a	94.33±1.75
	V 组	18	94.94±2.55	95.67±1.28	86.83±2.98	94.56±2.55

注:与 V 组比较,^a $P<0.05$ 。

表 3 两组患儿不同时点呼吸力学指标的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	单肺通气前 10 min	单肺通气后 30 min	单肺通气结束后 10 min
Pmean(cmH ₂ O)	P 组	18	6.89±1.13	9.72±1.27 ^a	6.94±0.87
	V 组	18	7.06±0.73	11.28±1.23	7.39±1.14
Ppeak(cmH ₂ O)	P 组	18	15.50±1.29	20.17±1.54 ^a	16.56±1.29
	V 组	18	16.39±1.20	22.56±2.06	17.11±1.13
Pplat(cmH ₂ O)	P 组	18	14.61±1.72	16.83±1.34 ^a	14.83±1.54
	V 组	18	15.50±1.38	18.83±2.23	15.50±1.10
Cdyn(ml/cmH ₂ O)	P 组	18	23.00±2.45	16.67±1.28 ^a	22.11±2.78
	V 组	18	24.22±1.96	13.33±1.50	23.50±2.00

注:与 V 组比较,^a $P<0.05$ 。

通气结束后 10 min P 组 P_{ET}CO₂、PaCO₂ 明显降低($P<0.05$)(表 4)。

与 V 组比较,P 组术后气管导管拔除时间和 ICU 停留时间明显缩短($P<0.05$)(表 5)。

讨 论

食管闭锁的新生儿在胸腔镜下实施单肺通气时,易出现气道压过高、吸气时间延长、肺内气体分布不均等导致肺内分流和低氧血症,甚至肺损伤^[8-9]。且 CO₂ 气胸时胸腔内 CO₂ 限制肺扩张,降低肺顺应性,增加术中低氧血症和 CO₂ 蓄积的风

险,还会影响静脉回流,降低心输出量,影响血流动力学稳定^[10]。因此,麻醉期间选用适宜通气模式对于减轻呼吸机相关性肺损伤,减少对呼吸生理功能的干扰,保障患儿生命 safety 有重要意义。本研究两组患儿不同时点血流动力学指标 MAP 和 HR 均平稳。单肺通气对肺部气体交换功能和呼吸力学均有影响。单肺通气 30 min,两组患儿均出现 SpO₂ 和 PaO₂ 降低、P_{ET}CO₂ 和 PaCO₂ 升高,以 VCV 模式变化更显著,且呼吸力学指标 Pmean、Ppeak、Pplat 升高,Cdyn 降低,以 VCV 模式波动更明显。采用 PCV-VG 模式的患儿术后拔管时间和 ICU 停留时间

表 4 两组患儿不同时点肺部气体交换指标的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	单肺通气前 10 min	单肺通气后 30 min	单肺通气结束后 10 min
$P_{ET}CO_2$ (mmHg)	P 组	18	42.28±5.15	62.06±4.44 ^a	49.94±5.32 ^a
	V 组	18	41.56±3.15	65.22±4.81	54.00±4.43
$PaCO_2$ (mmHg)	P 组	18	42.94±2.43	63.06±6.18 ^a	52.94±5.32 ^a
	V 组	18	44.56±3.14	69.61±5.65	57.00±4.43
PaO_2 (mmHg)	P 组	18	148.00±17.41	72.50±7.30 ^a	140.33±21.70
	V 组	18	156.94±15.76	62.72±7.41	134.83±20.50
pH	P 组	18	7.35±0.04	7.24±0.08 ^a	7.30±0.07
	V 组	18	7.34±0.04	7.18±0.07	7.26±0.10

注:与 V 组比较,^a $P<0.05$ 。

表 5 两组患儿术后气管导管拔除时间和 ICU 停留时间的比较($\bar{d}, \bar{x}\pm s$)

组别	例数	气管导管拔除时间	ICU 停留时间
P 组	18	2.9±1.3 ^a	4.9±1.3 ^a
V 组	18	4.0±1.8	5.9±1.7

注:与 V 组比较,^a $P<0.05$ 。

均短于采用 VCV 模式的患儿。

P_{peak} 是呼吸周期中最高气道压力, P_{mean} 是数个呼吸周期的平均气道压力, P_{plat} 近似于平均肺泡内压, 这三个指标反映机械通气时气压伤风险, 数值增加提示气道阻力增加或肺顺应性下降, 肺损伤几率增加^[15]。C_{dyn} 反映动态肺顺应性, 受气道阻力影响较大。传统的 VCV 模式为患儿提供稳定分钟通气量时, 也会产生较高气道压力, 可能导致肺部气体分布不均。PCV-VG 模式是麻醉机通过减速气流在低气道压力下向肺内输入预设潮气量, 自动调整下一次呼吸周期的气道压力, 且不受体位和手术操作影响^[12-13]。与 VCV 模式比较, PCV-VG 模式在 0~5 岁患儿胸腔镜单肺通气期间可提供较低 P_{peak} , 并提高静态肺顺应性^[14]; 在 2~12 月龄患儿胸腔镜手术单肺通气期间可使动态肺顺应性显著升高, P_{peak} 和 P_{mean} 显著降低^[6]。在本研究中, 与 VCV 模式比较, 新生儿胸腔镜手术单肺通气后 30 min, 呼吸力学指标 P_{mean} 、 P_{peak} 、 P_{plat} 和 C_{dyn} 波动更小, 说明 PCV-VG 模式可以降低新生儿胸腔镜单肺通气过程中的 P_{peak} , 减少气道压波动, 增加肺顺应性, 有利于减轻机械通气所致肺损伤。

新生儿胸腔镜手术期间由于胸腔大量 CO_2 吸收入血、肺内分流、机械压迫等因素存在, 术中容易出现肺部气体交换不足^[16]。本研究显示, 两组新生儿单肺通气后 30 min 呈呼吸性酸中毒表现, 待手术结束后 10 min 仍未恢复至单肺通气前水平。尽管术中严格控制胸腔 CO_2 进气速度和压力, 并间断手控呼吸促进 CO_2 排出, 术中仍观察到 CO_2 潴留, 但采用 PCV-VG 模式的新生儿指标更接近于正常水平, 说明单肺通气时 PCV-VG 模式有利于改善肺部气体交换。虽然有允许性高碳酸血症概念, 多数研究认为短暂维持 $PaCO_2$ 50~80 mmHg 有利于患儿术后恢复, 但新生儿 $PaCO_2$ 维持在何水平尚有争议。本研究两组 $PaCO_2$ 均低于 80 mmHg, 采用 PCV-VG 模式的新生儿术后拔管时间、ICU 停留时间均缩短, 这可能与 PCV-VG 模式对呼吸系统生理功能小, 有利于维持围术期肺组织 V/Q 正常, 促进术后康复有关。

本研究观察到新生儿单肺通气后出现不同程度缺氧情况, 提示新生儿胸腔镜食管闭锁手术氧合不足, 这与手术操作、术侧肺压迫萎陷及新生儿的病理生理特点等因素密切相关。缺氧是新生儿胸腔镜手术期间常见麻醉不耐受事件, 术中除积极寻找原因并予以常规处理措施外, 必要时暂停手术, 待 $SpO_2>90\%$ 后继续手术。本研究中, 与采用 VCV 模式的新生儿比较, 采用 PCV-VG 模式的新生儿单肺通气后 30 min 的 PaO_2 和 SpO_2 更接近于正常值, 说明后者更有利于肺部气体交换, 改善氧合。在胸腔镜食管闭锁手术期间, 即使存在一定程度的低氧血症, 但脑组织氧饱和度和氧合可以维持正常范

围^[1,20],这是由于在血压正常的情况下,动脉血氧饱和度下降导致脑供氧减少时,高碳酸血症可以扩张血管,脑血流量增加后脑供氧也增加。因此,术中不仅要尽量避免低氧血症,还要维持血流动力学稳定,维持心、脑、肾等重要脏器的血流灌注。由于术后随访周期较长,本院儿童保健门诊对于这些新生儿远期神经系统功能评估仍在进行中。

本研究不足之处:(1)食管闭锁发病率低而临床收集病例数较少,需要更多临床研究结果评价 PCV-VG 模式在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中应用的安全性和优势;(2)不同胎龄和体重的新生儿可能会导致统计结果偏差,可以对这些因素分别进行研究;(3)新生儿动脉穿刺置管成功率不高,血气分析的血液来自不同部位,可能对结果有影响;(4)呼吸力学指标在新生儿尚无统一标准参考值,临床主要根据其动态变化、血气分析结果及临床症状和体征来判断其是否合适。

综上所述,在新生儿胸腔镜食管闭锁手术中应用 PCV-VG 模式可降低气道压力,提高肺顺应性,缩短术后气管导管拔除时间和 ICU 停留时间,有利于术后恢复。但是要加强术中管理,尽量减少对新生儿正常生理功能的干扰。

参 考 文 献

- [1] Seker IS, Özlü O, Özkan A, et al. Let us save the brain with cerebral oximeter; two case reports. *Afr J Paediatr Surg*, 2017, 14(4): 74-78.
- [2] Vijlhuize S, Deden AC, Costerus SA, et al. Minimal access surgery for repair of congenital diaphragmatic hernia: is it advantageous? -An open review. *Eur J Pediatr Surg*, 2012, 22(5): 364-373.
- [3] Liu H, Le C, Chen J, et al. Anesthetic management of thoracoscopic procedures in neonates: a retrospective analysis of 45 cases. *Transl Pediatr*, 2021, 10(8): 2035-2043.
- [4] 钟海莲, 刘余钱, 郝伟, 等. 基于肺超声评分评估压力控制容量保证通气模式对腹腔镜胃癌根治术患者肺通气的影响. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(10): 1041-1046.
- [5] Yao W, Yang M, Cheng Q, et al. Effect of pressure-controlled ventilation-volume guaranteed on one-lung ventilation in elderly patients undergoing thoracotomy. *Med Sci Monit*, 2020, 26: e921417.
- [6] Wang YP, Wei Y, Chen XY, et al. Comparison between pressure-controlled ventilation with volume-guaranteed mode and volume-controlled mode in one-lung ventilation in infants undergoing video-assisted thoracoscopic surgery. *Transl Pediatr*, 2021, 10(10): 2514-2520.
- [7] Hale JE, Meador MR, Mossad EB. Lung separation in children: options and impact on gas exchange and lung compliance. *Paediatr Anaesth*, 2019, 29(9): 915-919.
- [8] Semmelmann A, Kaltfen H, Loop T. Anesthesia of thoracic surgery in children. *Paediatr Anaesth*, 2018, 28(4): 326-331.
- [9] Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med*, 2013, 369(22): 2126-2136.
- [10] Stefanescu BM, Frewan N, Slaughter JC, et al. Volume guarantee pressure support ventilation in extremely preterm infants and neurodevelopmental outcome at 18 months. *J Perinatol*, 2015, 35(6): 419-423.
- [11] Li J, Cai B, Yu D, et al. Pressure-controlled ventilation-volume guaranteed mode combined with an open-lung approach improves lung mechanics, oxygenation parameters, and the inflammatory response during one-lung ventilation: a randomized controlled trial. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 1403053.
- [12] Gad M, Gaballa K, Abdallah A, et al. Pressure-controlled ventilation with volume guarantee compared to volume-controlled ventilation with equal ratio in obese patients undergoing laparoscopic hysterectomy. *Anesth Essays Res*, 2019, 13(2): 347-353.
- [13] Dos Santos Rocha A, Habre W, Albu G. Novel ventilation techniques in children. *Paediatr Anaesth*, 2022, 32(2): 286-294.
- [14] Zhu C, Zhang R, Yu S, et al. Effect of pressure controlled volume guaranteed ventilation during pulmonary resection in children. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 2242.
- [15] 马曙亮, 何建华, 顾连兵, 等. 老年人单肺通气时呼气末二氧化碳监测的可信度. *临床麻醉学杂志*, 2009, 25(12): 1057-1059.
- [16] Liu J, Liao X, Li Y, et al. Effect of low tidal volume with PEEP on respiratory function in infants undergoing one-lung ventilation. *Anaesthesist*, 2017, 66(9): 667-671.
- [17] 李永乐, 罗辉, 黄微, 等. 允许性高碳酸血症策略在婴儿单肺通气中的肺保护作用. *实用医学杂志*, 2018, 34(5): 734-737, 741.
- [18] 宛洋, 白静萱, 董明月, 等. 允许性高碳酸血症在早产儿呼吸窘迫综合征治疗中的应用. *中国小儿急救医学*, 2020, 27(11): 808-811.
- [19] 胡华琨, 李强, 彭夕华, 等. 允许性高碳酸血症在新生儿胸腔镜先天性膈疝修补术中的应用. *临床麻醉学杂志*, 2014, 30(8): 766-769.
- [20] Tytgat SH, van Herwaarden MY, Stolwijk LJ, et al. Neonatal brain oxygenation during thoracoscopic correction of esophageal atresia. *Surg Endosc*, 2016, 30(7): 2811-2817.

(收稿日期:2023-02-07)