

校正体质量测算潮气量对行四肢手术消瘦患儿插管全麻中的应用效果*

李玲霞, 苏鸿莉, 胡彬, 王敏
(延安大学附属医院 麻醉科, 陕西 延安 716000)

[摘要] 目的: 探讨校正体质量测算潮气量在四肢手术消瘦患儿插管全麻术中的应用效果。方法: 100 例行全麻下行四肢手术、体质量指数(BMI)15~18 kg/m² 的消瘦患儿均分为对照组和观察组, 对照组患儿采用实际体质量测算潮气量, 观察组患儿采用校正体质量测算潮气量(校正体质量乘以 8 mL/kg 测算); 比较 2 组患儿机械通气开始后 10 min 时的气道峰压(P_{peak})、气道平台压(P_{plat})、气道阻力(R_{aw})、呼气末二氧化碳(P_{etCO_2})、平均动脉压(MAP)及心率(HR), 比较机械通气后 30 min 时的动脉血二氧化碳分压($PaCO_2$)、动脉血氧分压(PaO_2)、氧合指数(OI)及潮气量, 比较治疗结束时的肌肉神经血管损伤患儿比例、机械通气及住院时间。结果: 机械通气后 30 min 时, 观察组患儿的潮气量显著高于对照组、 $PaCO_2$ 及 P_{etCO_2} 均显著低于对照组($P < 0.01$), 2 组患儿的 PaO_2 及 OI 比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$); 机械通气开始 10 min 时观察组患儿 P_{peak} 、 P_{plat} 、 R_{aw} 显著高于对照组($P < 0.01$), 2 组患儿 MAP 及 HR 比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); 治疗结束时, 对照组 2 例患儿出现肌肉神经血管损伤, 观察组患儿的机械通气时间及住院时间均显著低于对照组($P < 0.01$)。结论: 对于 BMI15~18 kg/m² 的消瘦患儿, 推荐按照校正体质量乘以 8 mL/kg 测算潮气量应用于插管全麻四肢手术中。

[关键词] 体质量; 校正; 潮气量; 机械通气; 插管全麻; 患儿, 消瘦; 血气分析

[中图分类号] R614.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2707(2019)12-1472-04

DOI:10.19367/j.cnki.1000-2707.2019.12.021

Effect of Corrected Body Mass Measurement of Tidal Volume on Intubation and General Anesthesia in Children Undergoing Four-limb Surgery

LI Lingxia, SU Hongli, HU Bin, WANG Min
(Department of Anesthesiology in the Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an 716000, Shanxi, China)

[Abstract] **Objective:** To discuss the effect of corrected body mass measurement of tidal volume on intubation and general anesthesia in children undergoing four-limb surgery. **Methods:** 100 cases with body mass index (BMI) of 15~18 kg/m² were divided into control group and observation group. In the control group, the volume of the actual body was used to measure the tidal volume, and The tidal volume was measured by corrected body mass in the observation group (the mass of the correction body multiplied by 8 mL/kg). The peak airway pressure (P_{peak}), airway platform pressure (P_{plat}), airway resistance (R_{aw}), end-exhalation carbon dioxide (P_{etCO_2}), mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) were compared between the two groups at 10 min after mechanical ventilation. The partial pressure of carbon dioxide in artery ($PaCO_2$), arterial oxygen partial pressure (PaO_2), oxygenation index (OI) and tidal volume were compared at 30 min after mechanical ventilation. Proportion of children with neurovascular injury at the end of treatment, mechanical ventilation and hospital stay were compared. **Results:** At 30 min after mechanical ventilation, the tidal volume of the children in the observation group was significantly higher than that in the control group, while $PaCO_2$ and P_{etCO_2}

*[基金项目] 陕西省社会发展科技攻关项目(2016SF-075)
网络出版时间: 2019-12-12 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/52.1164.R.20191212.2003.021.html>

were significantly lower than those in the control group ($P < 0.01$). The difference of PaO_2 and OI in two groups was not statistically significant ($P > 0.05$). P_{peak} , P_{plat} and R_{aw} in the observation group were significantly higher than those in the control group at the start of mechanical ventilation for 10 min ($P < 0.01$). The difference of MAP and HR in two groups was not statistically significant ($P > 0.05$). At the end of the treatment, 2 children in the control group experienced muscle neurovascular injury, and the mechanical ventilation time and the hospitalization time of the children in the observation group were significantly lower than that of the control group ($P < 0.01$). **Conclusion:** For children with BMI at $15 \sim 18 \text{ kg/m}^2$, it is recommended to measure the tidal volume by multiplying body mass by 8 mL/kg to be used in the operation of limbs of intubation general anesthesia.

[**Key words**] body mass; correction; tidal volume; mechanical ventilation; general anesthesia for intubation; children, emaciation; blood gas analysis

世界范围内,每年有数百万患者需要在机械通气全身麻醉条件下进行外科手术^[1-2]。潮气量是机械通气的一个重要参数,过大潮气量的机械通气可引发患者肺损伤及全身炎症反应,潮气量过小则易引起肺泡萎缩及全身器官功能损伤^[3]。对于急性肺损伤或急性呼吸窘迫综合征患者,保护性肺通气暨低潮气量和呼气末正压通常被用来确定最佳潮气量^[4];但对于没有肺损伤的外科手术患儿,还没有类似的指标来确定最佳潮气量,临床上多采用 8 mL/kg 来设置潮气量进行机械通气,但实践表明此标准用于消瘦、低体质量患儿时,患儿会出现通气不足,术中常需要多次调整^[5]。最近有研究提出,通过校正体质量的方法测算潮气量应用于消瘦患者效果良好^[6],但该方法仅用于成年人,关于该法在儿童中的应用效果还未见报道。本研究将 100 例在全麻下行四肢手术的消瘦患儿随机均分为 2 组,分别采用实际体质量和校正体质量测算其潮气量,比较 2 组患儿呼吸功能相关指标,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2016 年 3 月 - 2018 年 6 月在全麻下行四肢手术的消瘦患儿 100 例。入选标准:年龄 $6 \sim 12$ 岁,体质量指数 (body mass index, BMI) $15 \sim 18 \text{ kg/m}^2$,美国麻醉医学学会 (ASA) 分级 I ~ II 级;排除肝肾功能及肺功能异常患儿。随机将 100 例患儿分为对照组和观察组,每组 50 例;对照组采用实际体质量测算潮气量,观察组采用校正体质量测算潮气量。其中,校正体质量 = 理想体质量 - 不达标体质量 $\times 30\%$,理想体质量按照 WHO 组织推荐的方

法计算,男性标准体质量 = (身高 - 80) $\times 70\%$ 、女性标准体质量 = (身高 - 70) $\times 60\%$ 。本研究已获得所有患儿监护人的知情同意,并通过医院伦理委员会批准。

1.2 麻醉方法

患儿麻醉诱导时经静脉依次注射咪达唑仑 $50 \mu\text{g/kg}$ 、舒芬太尼 $0.3 \mu\text{g/kg}$ 、顺苯磺酸阿曲库铵 0.3 mg/kg 及依托咪酯 0.3 mg/kg 。采用 ID 6.5 mm 气管导管插管,连接麻醉机 (Datex-Ohmeda 7100, 美国 GE 公司) 进行机械控制通气。潮气量按照 8 mL/kg , 2 组患儿分别以实际体质量或校正体质量测算潮气量,频率根据年龄段调整为 $16 \sim 22$ 次/min,氧流量 $0.5 \sim 1.0 \text{ L/min}$,吸呼比 1:2。术中吸入 $1.5\% \sim 2.5\%$ 七氟醚,静脉泵注丙泊酚 $4 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$,间断静脉注射舒芬太尼 $5 \mu\text{g}$ 维持麻醉。根据 Aisys Carestation (M1026236 EN) 肌松监测仪 (Datex-Ohmeda 公司,美国) 监测左拇内收肌的神经肌肉阻滞情况,间断静脉注射顺苯磺酸阿曲库铵 0.04 mg/kg 维持肌松。

1.3 观察指标

机械通气开始 10 min 时,采用 E-NMT 旁气流监测仪 (Datex-Ohmeda 公司,美国) 监测气道峰压 (P_{peak})、气道平台压 (P_{plat})、气道阻力 (R_{aw}) 及呼气末二氧化碳 (PetCO_2),记录该时间点的平均动脉压 (mean arteries pressure, MAP) 及心率 (heart rate, HR); 于机械通气后 30 min 采集动脉血 2 mL,采用 GEM premeir 3500 型血气分析仪 (instrumentation laboratory 公司,美国) 进行血气分析,记录动脉血二氧化碳分压 (PaCO_2)、动脉血氧分压 (PaO_2)、计算氧合指数 (oxygenation Index, OI)、记录其潮气量。比较 2 组患儿治疗结束时的肌肉神经血管损伤患儿比例、机械通气及住院时间。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 21.0 对数据进行分析,计量资料数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)进行统计描述,组间比较采用 t 检验(符合正态分布);计数资料采用构成比(%)进行统计描述,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

如表 1 所示,2 组患儿的性别、年龄、身高、体质量、BMI、理想体质量及实际体质量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。具有可比性。

表 1 两组患儿一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data in two groups

一般资料	对照组 (<i>n</i> = 50)	观察组 (<i>n</i> = 50)	χ^2/t	<i>P</i>
性别(男/女)	31/19	28/22	0.372	0.542
年龄(岁)	9.2 ± 2.3	9.1 ± 2.2	0.054	0.193
身高(cm)	130.4 ± 6.5	130.2 ± 6.1	0.039	0.212
体质量(kg)	26.2 ± 2.3	26.2 ± 2.3	-0.143	0.129
BMI(kg/m ²)	16.2 ± 0.9	16.1 ± 1.0	0.129	0.144
理想体质量(kg)	32.5 ± 1.8	32.3 ± 2.0	0.128	0.144
校正体质量(kg)	30.2 ± 1.1	30.8 ± 0.9	-0.731	0.093

2.2 血气分析指标

结果显示,机械通气后 30 min 时,观察组患儿的潮气量显著高于对照组、观察组的 PaCO₂ 及 PetCO₂ 均显著低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$);2 组患儿的 PaO₂ 及 OI 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 机械通气后 30 min 时 2 组患儿
血气指标比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of blood gas indexes in two groups at 30 min after mechanical ventilation

血气指标	对照组 (<i>n</i> = 50)	观察组 (<i>n</i> = 50)	<i>t</i>	<i>P</i>
潮气量(mL)	209.4 ± 16.3	246.6 ± 18.2	-2.637	<0.001
PaCO ₂ (mmHg)	48.3 ± 3.2	41.2 ± 2.8	2.892	<0.001
PetCO ₂ (mmHg)	43.2 ± 4.8	36.7 ± 2.2	2.132	<0.001
PaO ₂ (mmHg)	190.6 ± 13.2	191.3 ± 18.8	-0.053	0.423
OI(mmHg)	384.2 ± 26.3	382.5 ± 40.6	0.061	0.518

2.3 P_{peak}、P_{plat}、Raw、MAP 及 HR

机械通气开始 10 min 时观察组患儿 P_{peak}、P_{plat} 及 Raw 显著高于对照组,差异有统计学意义($P <$

0.01);2 组患儿 MAP 及 HR 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 机械通气开始 10 min 时 2 组患儿 P_{peak}、
P_{plat}、Raw、MAP 及 HR 比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of Ppeak, Pplast, Raw, MAP and HR in 2 groups at the start of mechanical ventilation for 10 min

指标	对照组 (<i>n</i> = 50)	观察组 (<i>n</i> = 50)	χ^2/t	<i>P</i>
P _{peak} (cm H ₂ O)	13.4 ± 2.1	14.9 ± 1.8	-0.823	0.003
P _{plat} (cm H ₂ O)	9.3 ± 1.5	11.5 ± 1.6	-1.734	0.001
Raw[cm H ₂ O/ (L · S)]	11.0 ± 2.1	12.8 ± 2.5	-0.955	0.001
MAP(mmHg)	83.4 ± 11.2	83.7 ± 12.0	-0.032	0.893
HR(次/min)	76.3 ± 10.2	77.2 ± 11.0	-0.104	0.122

2.4 肌肉神经血管损伤患儿比例、机械通气及住院时间

结果显示,治疗结束时,观察组 2 例患儿出现肌肉神经血管损伤,对照组未出现该并发症。观察组患儿的机械通气时间为(8.6 ± 2.3)h、对照组为(12.2 ± 1.9)h,观察组患儿住院时间为(7.6 ± 2.1)d、对照组为(9.3 ± 2.2)d,观察组患儿的机械通气时间及住院时间均显著低于对照组,差异有统计学意义($t = 2.090$ 、 0.968 , $P < 0.01$)。

3 讨论

人体的生理潮气量与性别、年龄、BMI、呼吸习惯和新陈代谢等密切相关^[7-8]。机械通气时,呼吸机的潮气输出量一定要大于人的生理潮气量,因此潮气量的测算变得非常重要^[9-11]。临床上常用的初始潮气量的设置往往根据体质量进行测算,成人按照 8 ~ 10 mL/kg 计算,小儿按照 6 ~ 10 mL/kg 计算^[12-13]。临床实践过程发现对于消瘦患者,若按照其实际体质量进行初始潮气量的设置,往往要在通气后进行调整,为避免出现潮气量过小引起的肺泡萎缩和全身器官功能损伤,研究提出按照校正体质量进行初始潮气量的设置^[6]。本研究通过收集 6 ~ 12 岁行插管全麻四肢手术的消瘦患儿,采用校正体质量测算潮气量,结果发现通过校正体质量测算潮气量的应用效果优于按照实际体质量进行测算,该结果可为消瘦患儿的潮气量测算作临床参考。

多项研究已报道了 BMI 与潮气量的相关性。梁青春等^[14]收集了 90 例插管全麻下行手术的中青年患者研究对象,根据不同 BMI 指数对研究对象进行分组,发现 BMI > 23 kg/m² 的超重患者在全麻机械通气时所需要的潮气量小于正常体质量者,而 BMI < 18.5 kg/m² 的消瘦患者所需潮气量则大于正常体质量者,然而他们也提出该数据仅适用于中青年人群,对于老年人群和儿童,需要进一步研究。郑瑾^[15]收集了 60 例行腹腔镜子宫切除手术且 BMI 均在 30 ~ 34.9 kg/m² 范围内的肥胖患者,试图通过理想体质量的测算方法改善初始潮气量的设置,发现当潮气量设置为理想体质量乘以 8 mL/kg 时,可达到较为理想的通气状态。然而对于消瘦患者,沈颖彦等^[6]收集了 60 例行四肢手术的低体质量患者,BMI 为 15 ~ 18 kg/m²,分别比较了按实际体质量、理想体质量和校正体质量进行潮气量设置的应用效果,发现按照理想体质量设置潮气量的患者中需要调整潮气量的例数少于按照实际体质量设置潮气量的分组,而按照校正体质量设置潮气量的分组中后续无需要调整潮气量的患者。本研究将研究对象限定为 6 ~ 12 岁的消瘦患儿,并将其按照随机数字法分为 2 组,一组按照实际体质量进行测算潮气量,另一组按照校正体质量进行测算,同样发现按照校正体质量乘以 8 mL/kg 的应用效果较好,该结果与上述研究结果相似,补充了儿童消瘦患者潮气量相关研究,也可为临床上儿童消瘦患者的潮气量设置提供参考。

血气数据监测对于术中潮气量的调整是至关重要的^[16]。曾烈梅等^[17]提出采血者的技术对于血气检测结果的影响较大,因此本研究中选用本科室经专业培训的人员统一进行检测,排除了因操作人员的差异而导致的误差。本研究中对照组和观察组患儿的 PaO₂ 和 OI 差异无统计学意义 ($P > 0.05$),而校正组患儿的 PaCO₂ 和 PetCO₂ 均高于对照组,表明虽然 2 组患儿氧合均能被满足,但对照组患儿 PaCO₂ 过高,表明可能出现了二氧化碳堆积的情况^[18]。此外,对照组患儿的 P_{peak}、P_{plat} 和 Raw 均低于观察组,表明该组患儿可能出现气道压力不足的情况^[19]。而观察组患儿的机械通气时间和住院时间也均低于对照组。总之,按照校正体质量测算潮气量,患儿的氧合、PaCO₂ 水平均在正常范围,表明此种测算潮气量的方法最适合消瘦患儿。

综上所述,对于 6 ~ 12 岁 BMI 为 15 ~ 18 kg/

m² 的行四肢手术的消瘦患儿,按照校正体质量设置潮气量,能够维持氧合状态较好并及时排除二氧化碳,应用效果较好。

4 参考文献

- [1] JABER S, COISEL Y, CHANQUES G, et al. A multi-centre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: Tidal volumes and relation to body weight [J]. *Anaesthesia*, 2012, 67 (9): 999 - 1008.
- [2] 李昂, 李民. 机械通气在微创手术应用的研究进展 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18 (4): 358 - 363.
- [3] 赵双, 曾玲双, 邢学宁. 低潮气量机械通气在全身麻醉中的应用 [J]. *现代医药卫生*, 2014, 30 (4): 493 - 494.
- [4] STOLTZE A J, WONG T S, HARLAND K K, et al. Pre-hospital tidal volume influences hospital tidal volume: A cohort study [J]. *Journal of critical care*, 2015, 30 (3): 495 - 501.
- [5] 朱广微. 用理想体质量设置潮气量对肺损伤患者的影响 [J]. *养生保健指南*, 2016, 1 (22): 313 - 313.
- [6] 沈颖彦, 徐佳, 周红梅. 根据校正体质量测算消瘦患者全麻机械通气潮气量 [J]. *中国中西医结合外科杂志*, 2018, 24 (3): 40 - 43.
- [7] 李红娟, 李新, 王艳, 等. 不同体质指数少年运动负荷试验中气体代谢特点分析 [J]. *中国预防医学杂志*, 2012 (12): 885 - 888.
- [8] COLLIER B, VIEAU C, LOCKHART E, et al. Provider bias impacts tidal volume selection and ventilator days in trauma patients [J]. *Journal of the American College of Surgeons*, 2016, 222 (4): 527 - 532.
- [9] 陈学斌, 孙吉闻, 李天庆, 等. 呼吸机流量传感器的类型对潮气量检测影响的评价研究 [J]. *中国医疗设备*, 2019, 34 (5): 1674 - 1633.
- [10] 武强彬, 高万朋. 呼吸机通气模式研究进展 [J]. *中国医疗器械信息*, 2018, 24 (14): 19 - 20.
- [11] 刘树峰, 陈东方, 陈国涛, 等. 呼吸机不同参数设置在心肺复苏中的应用 [J]. *中国继续医学教育*, 2019, 11 (15): 98 - 100.
- [12] 杨云, 汪小海. 部分 DatexOhmeda 麻醉机小儿潮气量下呼吸参数的变化特点 [J]. *医疗卫生装备*, 2012, 33 (10): 113 - 114.
- [13] SHAFAKHAH M, MOATTARI M, LAHSAEE SM, et al. Comparison of post extubation complications in 3 different states of filling endotracheal tube cuff with lidoaine 4% in elective surgery patients [J]. *Life Science Journal*, 2018, 15 (3): 64 - 69.