

• 临床研究 •

肌松监测背景下深度肌松低气腹压技术在腹腔镜手术中的应用效果评价

陈勇杰, 李勇, 曹寅, 张益维

【摘要】目的 观察肌松监测(TOF)背景条件下深度肌松低气腹压技术在腹腔镜手术中的应用效果。**方法** 收集 2019 年 6 月至 2021 年 12 月宁波大学附属第一医院收治的行腹腔镜胃癌根治术患者 120 例, 采用随机数字表法分为观察组和对照组, 每组各 60 例。观察组采用深度肌松下低气腹压技术, 对照组采用常规肌松与气腹压技术。比较两组麻醉时间、手术时间、拔管时间、麻醉复苏室(PACU)时间及肠道功能恢复时间, 出复苏室时动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)、动脉血氧分压(PaO_2), 以及术后低氧血症、恶心呕吐、补救镇痛及肩痛等并发症发生率。**结果** 观察组 3 例, 对照组 3 例退出研究。与对照组比较, 观察组需要补救镇痛患者更少, 术后恶心呕吐发生率更低, 肠道功能恢复时间更短(均 $P < 0.05$)。**结论** TOF 背景条件下, 深度肌松不会增加术后低氧血症发生率, 也不会延长麻醉、手术及苏醒时间, 反而能减轻术后疼痛, 降低术后恶心呕吐发生率, 促进术后肠道功能恢复。

【关键词】 腹腔镜; 肌松监测; 效果

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.07.011

【中图分类号】 R614 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-0800(2024)07-0883-03

气腹是腹腔镜手术的前提条件之一, 低气腹压(6 ~ 8 mmHg, 1 mmHg $\approx$ 0.133 kPa)相比常规气腹压(12 ~ 15 mmHg)对循环与呼吸影响小, 可减轻气腹对肝肾的压力性损伤, 减少术后肩痛发生率和强度, 同时有利于术后肠功能恢复^[1]。越来越多的指南建议在腹腔镜手术中使用深度肌松技术, 它在建立和维持低气腹压过程中发挥了重要作用, 可显著改善腹腔镜手术操作条件, 但由于担忧术后肌松残留作用, 麻醉医生在使用肌松药的过程中实际上仍然比较保守^[2-3]。笔者前期工作发现, 肌松监测(train of four, TOF)下舒更葡糖钠可迅速彻底的逆转深度肌松作用, 低氧血症等不良事件发生率显著降低, 这为深度肌松低气腹压技术的推广提供了有利背景条件^[4]。本研究旨观察 TOF 背景条件下深度肌松低气腹压技术在腹腔镜手术中的应用效果, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2019 年 6 月至 2021 年 12 月宁波大学附属第一医院收治的行腹腔镜胃癌根治术患者 120 例, 纳入标准: (1) 性别不限; (2) 年龄 ≤ 70

岁; (3) 美国麻醉医师协会(ASA)分级 II ~ III 级; (4) 体质指数(BMI) 18 ~ 28 kg/m²。排除标准: (1) 合并严重心脑血管病、重度通气功能障碍、重度肝肾功能障碍及精神类疾病者; (2) 合并支气管扩张或严重肺部感染者; (3) 合并重症肌无力者。入组患者研究过程中发生紧急气道、术中大出血、非计划二次手术、术后感染及围术期心脑血管意外等情况则退出研究。本研究获得宁波市第一医院医学伦理委员会批(批件号: 2019-R006), 研究对象均签署书面知情同意书。

采用随机数字表法分为观察组和对照组, 每组各 60 例。观察组采用深度肌松下低气腹压技术, 对照组采用常规肌松与气腹压技术。两组手术均由同组胃肠外科医生实施手术, 并使用相同手术、麻醉设备。

1.2 方法 入室后常规心电监护(CARESCAPE Monitor B650, 通用电气医疗芬兰), 监测无创血压(BP)、心率(HR)、心电图(ECG)、血氧饱和度(SpO_2), 并选择桡动脉作有创动态血压监测。吸氧[氧浓度(FiO_2) 29%, 2 L/min], 开放外周静脉通路后输注晶体液 10 ml/kg, 静脉注射 8 mg 盐酸昂丹司琼(福安药业集团宁波天衡制药有限公司, 国药准字: H10960148, 4 ml : 8 mg)、5 mg 地塞米松(遂成药业股份有限公司, 国药准字: H41021255, 1 ml : 5 mg)。麻醉诱导: 静脉注射 0.04 mg/kg 咪达唑仑(江苏恩华药业股份有限公司, 国药准字: H20031071, 5 ml : 5 mg)、

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(2022KY320)

作者单位: 315010 宁波, 宁波大学附属第一医院(陈勇杰、李勇、张益维); 宁波市第九医院(曹寅)

通信作者: 陈勇杰, Email: 631863384@qq.com

1 mg/kg 罗库溴铵(荷兰 Organon Teknika B.V., 注册证号: H20140847, 5 ml : 50 mg)、0.5 μ g/kg 舒芬太尼(宜昌人福药业有限公司, 国药准字: H20054171, 1 ml : 50 μ g)、0.3 mg/kg 依托咪酯(江苏恩华药业股份有限公司, 国药准字: H20020511, 10 ml : 20 mg), 面罩加压通气 3 min 后行气管插管术。连接麻醉机(Persesus A500, 德尔格)行机械通气, 参数设置为氧流量 2 L/min、潮气量 6 ~ 8 ml/kg、通气频率 12 ~ 16 次/min 及最高气道压 ≤ 25 cmH₂O(1 cmH₂O $\approx$ 98 Pa)。麻醉维持: 连接脑电双频谱指数(BIS)、TOF 与呼气末二氧化碳分压($P_{\text{ET}}\text{CO}_2$)监测, 以丙泊酚(北京费森尤斯卡比医药有限公司, 国药准字: HJ20170305, 20 ml : 200 mg)维持麻醉深度, 保持 $40 \leq \text{BIS}$ 值 ≤ 60 ; 调节潮气量及呼吸频率, 保持 $30 \text{ mmHg} \leq P_{\text{ET}}\text{CO}_2 \leq 40 \text{ mmHg}$ 。以瑞芬太尼(宜昌人福药业有限公司, 国药准字: H20030197, 1 mg)维持镇痛, 调节瑞芬太尼静脉泵注速度, 以维持平均动脉压在 $\pm 20\%$ 以内波动。

观察组静脉泵注罗库溴铵 $0.5 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 气腹期间保持强直刺激后单刺激肌颤搐计数 ≤ 2 , 气腹压设置为 8 mmHg。对照组静脉泵注罗库溴铵 $0.2 \sim 0.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 气腹期间维持四个成串刺激 1 ~ 2 个, 气腹压设置为 12 mmHg。待气腹结束后两组均维持 TOF 值 $< 25\%$ 。

缝皮前以 0.375% 盐酸罗哌卡因(齐鲁制药有限公司, 国药准字: H20052716, 10 ml : 75 mg) 20 ml 行切口局部浸润镇痛, 并连接静脉自控镇痛泵, 配方为舒芬太尼 100 μ g + 昂丹司琼 16 mg, 以 0.9% 氯化钠注射液稀释到 100 ml。镇痛泵参数: 背景速度 2 ml/h、患者自控镇痛 1 ml/次, 锁定时间 15 min, 持续镇痛 48 h, 当疼痛视觉评分(VAS 评分) > 3 分时予 100 mg 曲马多肌注。

麻醉复苏: 术毕转麻醉复苏室(PACU), 继续 BIS、TOF 与 $P_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 监测, 调节潮气量及呼吸频率, 保持 $30 \text{ mmHg} \leq P_{\text{ET}}\text{CO}_2 \leq 40 \text{ mmHg}$, 当 TOF 出现 4 个成串刺激, TOF 值为 25% 时, 静脉注射 2 mg/kg 舒更葡糖钠。TOF 值 $\geq 90\%$ 时呼唤患者, 待其睁眼且自主呼吸潮气量 $\geq 6 \text{ ml/kg}$ 后拔除气管导管。经鼻导管吸氧(FiO_2 为 29%, 2 L/min) 5 min 后脱氧 10 min, 若 $\text{SpO}_2 \geq 90\%$ 及 PACU 评分 ≥ 9 分则作动脉血气分析。若此过程中发生 $\text{SpO}_2 < 90\%$ 则行呼唤患者、托下颌等对症处理, 必要时重新插管, 直到患者可以保持脱氧 10 min 后 $\text{SpO}_2 \geq 90\%$ 、PACU 评分 ≥ 9 分时作动脉

血气分析。此时若有记录的监测已经达到 30 min 则直接转回病房, 若 PACU 评分 ≥ 9 分时仍不足 30 min, 则继续保持监测直到 30 min 后转回病房。

1.3 观察指标及评价标准 (1) 比较两组患者性别、年龄、BMI 及 ASA 分级等一般情况。(2) 记录及比较两组麻醉时间、手术时间、拔管时间、PACU 时间及肠道功能恢复时间。其中将麻醉诱导至 PACU 评分 ≥ 9 分记作麻醉时间, 将切皮至术毕记为手术时间, 将术毕至拔管记为拔管时间, 将术毕至 PACU 评分 ≥ 9 分记为 PACU 时间, 将术毕至首次肛门排气记作肠道功能恢复时间^[5-6]。(3) 记录及比较出复苏室时动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)、动脉血氧分压(PaO_2), 以及术后低氧血症、恶心呕吐、补救镇痛和肩痛等并发症发生率。

1.4 统计方法 数据采用 SPSS 20.0 软件分析, 符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示, 采用 t 检验; 计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较 观察组 3 例与对照组 3 例退出研究。观察组男 36 例, 女 21 例; 年龄 (57.0 ± 7.5) 岁; BMI 为 $(22.6 \pm 2.8) \text{ kg/m}^2$; ASA 分级为 II 级 48 例, III 级 9 例。对照组男 31 例, 女 26 例; 年龄 (58.5 ± 7.0) 岁; BMI 为 $(23.2 \pm 2.5) \text{ kg/m}^2$; ASA 分级为 II 级 45 例, III 级 12 例。两组性别比、年龄及 ASA 分级差异均无统计学意义($\chi^2 \leq 0.46, t \leq 1.12$, 均 $P > 0.05$)。

2.2 观察指标比较 两组麻醉时间、手术时间、拔管时间及 PACU 时间, 出复苏室时 PaO_2 及 PaCO_2 水平, 低氧血症及肩痛发生率差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。与对照组比较, 观察组需要补救镇痛患者更少, 术后恶心呕吐发生率更低, 肠道功能恢复时间更短(均 $P < 0.05$), 见表 1。

3 讨论

深度肌松最大的优势就是可以用最小气腹压获得足够的手术操作空间, 避免高气腹压对胸腔、腹腔脏器的压迫。腹腔镜胃癌根治术一般需要 3 h, 实际上需要维持气腹的时间一般仅 2 h, 特别是从准备缝合腹膜开始到手术结束, 是不需要维持中度以上肌松的, 这为深度肌松患者的快速苏醒提供了机会。本

研究中,所有患者都在气腹解除后将 TOF 目标值设定为 4 个成串刺激、TOF 值 < 25%,即浅肌松水平^[7],既能满足手术缝皮需要,又能为下一步苏醒提供便利。本研究结果表明,两组麻醉时间、手术时间、拔管时间及 PACU 时间差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。这是因为罗库溴铵 25%肌颤自然恢复时间为 30 ~ 40 min,而腹腔镜胃癌根治术从气腹解除到转 PACU 至少需要 30 min,即便是深度肌松患者,其肌松水平也能恢复到浅肌松水平^[8]。

麻醉医生对深度肌松最大的顾虑之一是肌松药残留导致的低氧血症。低氧血症在围术期总体发生率 25%左右,它与脑缺血、术后谵妄、多器官功能衰竭有关,显著增加住院时间、医疗费及病死率,使用肌松药的全身麻醉患者低氧血症发生率是其他麻醉方式的 8 倍^[9]。由于临床普遍采用丙泊酚、瑞芬太尼等超短效镇静、镇痛药维持麻醉,实际上中长效肌松药残留作用在术后低氧血症中起到了更大作用。舒更葡糖钠用于逆转深度肌松时常用剂量为 2mg/kg,逆转后无肌松药残留作用^[10]。本研究患者转入 PACU 后,于 TOF 值为 25%时以该剂量拮抗肌松,势必可以较为彻底的逆转肌松作用,因此两组患者低氧血症发生率均极低。

在 TOF 背景条件下,深度肌松可以降低气腹压,改善手术条件,减轻术后疼痛,降低术后并发症发生率^[11]。由于深度肌松状态下,维持气腹需要的压力更低,导致其不但可以减轻术后疼痛,减少补救镇痛次数,还可以减少患者皮下气肿发生率,可能正是由于深度肌松时气腹压力较低,它并未提供比中度肌松状态下更好的手术视野,不会缩短手术时间^[12]。深度肌松还可促进腹腔镜结肠癌患者术后肠道功能恢复,降低 C 反应蛋白等炎性指标,改善恢复质量。本研究中同样观察到,深度肌松患者补救镇痛次数更少,术后恶心呕吐发生率更低,术后肠道功能恢复更快。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 陈勇杰:实验操作、数据整理、论文撰写、经费支持;李勇:实验操作、数据整理;曹寅:统计学分析、论文修改;张益维:研究指导、论文修改

参 考 文 献

[1] ORTENZI M, MONTORI G, SARTORI A, et al. Low-pressure versus standard-pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Surg Endosc, 2022, 36(10): 7092-7113.

表 1 两组观察指标比较($n=57$)

观察指标	对照组	观察组	$t(\chi^2)$ 值	P 值
麻醉时间(min)	197.2±11.5	194.6±10.8	1.26	> 0.05
手术时间(min)	120.8±13.2	116.6±12.2	1.77	> 0.05
拔管时间(min)	10.5±2.7	10.5±2.5	0.14	> 0.05
PACU 时间(min)	27.4±4.7	27.1±4.8	0.39	> 0.05
低氧血症(例)	4	5	(0.12)	> 0.05
PaO ₂ (mmHg)	78.5±2.4	78.9±2.8	0.63	> 0.05
PaCO ₂ (mmHg)	40.2±2.9	39.3±2.9	1.55	> 0.05
术后恶心呕吐(例)	14	5	(5.11)	< 0.05
肠道功能恢复时间(h)	99.3±16.5	90.5±13.5	3.12	< 0.05
补救镇痛(例)	11	3	(5.21)	< 0.05
肩痛(例)	5	2	(1.37)	> 0.05

注: PACU 为麻醉复苏室, PaO₂ 为动脉血氧分压, PaCO₂ 为动脉血二氧化碳分压。1 mmHg≈0.133 kPa

[2] DIAZ-CAMBRONERO O, SERRANO A, ABAD-GURUMETA A, et al. Perioperative neuromuscular blockade. 2020 update of the SEDAR (Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación) recommendations[J]. Rev Española De Anestesiología Y Reanimación Engl Ed, 2023, 70(1): 37-50.

[3] FUCHS-BUDER T, ROMERO C S, LEWALD H, et al. Perioperative management of neuromuscular blockade: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care[J]. Eur J Anaesthesiol, 2023, 40(2): 82-94.

[4] ZHANG Y W, LI Y, HUANG W B, et al. Utilization of deep neuromuscular blockade combined with reduced abdominal pressure in laparoscopic radical gastrectomy for gastric cancer: An academic perspective[J]. World J Gastrointest Surg, 2023, 15(7): 1405-1415.

[5] 郭顺,曾晓琴,李波,等.环泊酚与丙泊酚用于腹腔镜胆囊切除术全麻诱导与维持的比较[J].临床麻醉学杂志,2023,39(6):601-604.

[6] 黄书荣.经回肠双襻造口远端灌肠对术前肠镜及术后肠功能恢复的影响[J].中国现代医生,2024,62(4):28-30,42.

[7] PLAUD B, BAILLARD C, BOURGAIN J L,等.麻醉中肌肉松弛药与逆转剂应用指南—法国麻醉与重症监测治疗学会(SFAR 2020)[J].中华麻醉学杂志,2022,42(7):771-793.

[8] 李烨华,曹晖,周兴根,等.不同肌松程度对腹腔镜胃切除术患者术后早期恢复的影响[J].临床麻醉学杂志,2023,39(3):275-279.

[9] ANDUALEM A A, YESUF K A. Incidence and associated factors of postoperative hypoxemia among adult elective surgical patients at Dessie Comprehensive Specialized Hospital: An observational study[J]. Ann Med Surg, 2022, 78: 103747.

[10] 任燕伶,朱黎宁,陆新健,等.舒更葡糖钠对老年患者腹腔镜结直肠癌根治术后早期肺功能的影响[J].临床麻醉学杂志,2022,38(4):376-380.

[11] RICHEBE 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.

[12] 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.

收稿日期:2024-04-17

(本文编辑:钟美春)