DOI:10.16016/j.1000-5404.201906205

小潮气量通气对腹腔镜下肝部分切除术患者循环功能的影响

高 宪,黄 艰,杨 贞,朱 圆,向伦理,鲁开智,甯交琳 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院麻醉科

[摘要] **目的** 比较小潮气量通气和常规潮气量通气对腹腔镜下肝脏切除手术过程中循环功能的影响。**方法** 纳入2017年7-12月于我院计划接受腹腔镜下肝部分切除术患者22例,按随机数字表法分为2组($n=11$),常规潮气量组(conventional tidal volume,CTV)和小潮气量组(low tidal volume,LTV)采取相同麻醉诱导、维持方案。CTV组患者接受常规潮气量通气[10~12 mL/kg(理想体质量)、无呼气末正压通气(positive end expiratory pressure,PEEP)、无手法复张],LTV组患者接受小潮气量通气[6~8 mL/kg(理想体质量)、无PEEP、每30 min采用手法复张1次,每次将气道压维持在30 cmH_2O,持续30 s,3个循环]。比较两组病例不同时相点每博量变异度(stroke volume variance,SVV)、中心静脉压(central venous pressure,CVP)、心脏指数(cardiac index,CI)、外周血管阻力指数(systemic vascular resistance index,SVRI)、平均动脉压(mean artery blood pressure,MAP)、心率(heart rate,HR)等术中循环指标、术中血管活性药物的使用量以及术后外科医师对术中麻醉循环管理评分。**结果** ①LTV组需要输注去甲肾上腺素维持血压的患者少于CTV组(1 *vs* 8例,$P<0.05$);②在气腹建立后,CTV(22.6±6.2 *vs* 13.3±3.6,$P<0.01$)和LTV(17.2±6.4 *vs* 13.0±3.9,$P<0.05$)组患者SVV均明显高于气腹建立前水平;人工气腹建立期间,LTV组SVV均低于CTV组,人工气腹建立后第15 min(T_3:17.2±6.4 *vs* 22.6±6.2,$P<0.05$)及第30 min(T_4:17.1±4.0 *vs* 22.1±5.8,$P<0.05$),两组间比较差异具有统计学意义;③在气腹建立后即刻,CTV(2.7±1.6 *vs* 5.6±2.0 cmH_2O,$P<0.05$)和LTV组患者CVP均降低,在整个人工气腹过程中均低于气腹建立前水平,自身前后对照比较无统计学差异;④术后外科医师对术中麻醉循环管理评分LTV组明显高于CTV组(3.7±0.8 *vs* 3.1±0.5,$P<0.05$)。**结论** 与常规潮气量通气比较,小潮气量通气可减低人工气腹对腹腔镜肝部分切除术患者术中循环功能的影响,有利于循环稳定、便于外科医师手术操作。

[关键词] 腹腔镜肝癌切除术;术中循环管理;全身麻醉

[中图法分类号] R331.3;R614;R657.3 [文献标志码] A

Effects of low tidal volume ventilation on circulatory function in patients undergoing laparoscopic liver resection

GAO Xian, HUANG Jian, YANG Zhen, ZHU Yuan, XIANG Lunli, LU Kaizhi, NING Jiaolin Department of Anaesthesiology, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To compare the effect of low tidal volume (LTV) ventilation versus conventional tidal volume (CTV) ventilation on circulatory function in patients undergoing laparoscopic liver resection (LLR). **Methods** A total of 22 patients who underwent selective LLR in our hospital from July to December 2017 were enrolled into this study. They were prospectively randomized to CTV group ($n=11$) and LTV group ($n=11$). They all received same anesthesia induction and maintenance, and those of the CTV group underwent conventional mechanical ventilation (tidal volume: 10~12 mL/kg) without positive end expiratory pressure (PEEP) or recruitment maneuver, while those of the LTV group were given mechanical ventilation with lower tidal volume (6~8 mL/kg) along with recruitment maneuver (once/30 min) but no

[通信作者] 甯交琳,E-mail:460439856@qq.com

PEEP during operation, with the airway pressure being maintained at 30 cmH_2O for 30 s at a time for 3 cycles. The intraoperative circulation indexes including stroke volume variance (SVV), central venous pressure (CVP), cardiac index (CI), systemic vascular resistance index (SVRI), mean artery pressure (MAP), heart rate (HR), doses of vasopressor usage, and score of intraoperative anesthesia circulation management made by surgeons postoperatively were compared between the 2 groups. **Results** ① There were less patients receiving norepinephrine to maintain MAP in the CTV group than the LTV group (1 *vs* 8 cases, $P<0.05$). ②After the establishment of pneumoperitoneum, SVV was significantly elevated in the CTV group (22.6±6.2 *vs* 13.3±3.6, $P<0.01$) and the LTV group (17.2±6.4 *vs* 13.0±3.9, $P<0.05$) when compared with that before establishment. SVV was lower in the LTV group than the CTV group during the phase of establishment, with statistical differences at 15 (17.2±6.4 *vs* 22.6±6.2, $P<0.05$) and 30 min (17.1±4.0 *vs* 22.1±5.8, $P<0.05$) after the establishment of pneumoperitoneum. ③ CVP was decreased in the LTV group than the CTV group (2.7±1.6 *vs* 5.6±2.0 cmH_2O) immediately after the establishment of pneumoperitoneum when compared with baseline, though without significant difference. ④ The score of intraoperative anesthesia circulation management was notably higher in the LTV group than the CTV group (3.7±0.8 *vs* 3.1±0.5, $P<0.05$). **Conclusion** LTV ventilation reduces the adverse effects of pneumoperitoneum on hemodynamics in the patients undergoing LLR when compared with CTV ventilation, and is facilitated to stabilization of hemodynamics and better operating conditions for surgeons.

[**Key words**] laparpscopic liver resection; intraoperative anesthesia circulation management; general anesthesia

Corresponding author: NING Jiaolin, E-mail: 460439856@qq.com

肝癌是威胁人类健康的重要疾患。肝脏切除是治疗肝癌的主要手段,自 1991 年 REICH 等[1]第一次利用腹腔镜技术实施肝部分切除术以来,因腹腔镜下肝切除术创伤小、术后康复快、安全有效等优点迅速成为肝脏病灶切除的主流技术[2-9]。然而腹腔镜手术由于人工二氧化碳气腹的建立,导致肺顺应性降低、功能残气量降低、气道压增加、通气/血流比例失调、压迫心肺动静脉血管压迫等[10]。目前研究发现采用小潮气量通气在满足充分的氧合及排出二氧化碳的前提下可有效缓解上述改变、降低围术期呼吸系统并发症[11],然而目前尚不清楚小潮气量通气对腹腔镜肝脏切除术患者术中循环,尤其是人工气腹建立期间循环功能产生何种影响。因此,本研究探索小潮气量通气对腹腔镜肝脏切除手术过程中循环功能的影响,为该类手术合理选择机械通气模式提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

纳入 2017 年 7-12 月期间在本院手术麻醉科接受腹腔镜下肝部分切除术患者 22 例。利用随机数字表法将患者分为常规潮气量通气组(conventional tidal volume, CTV, $n=11$)和小潮气量通气组(low tidal volume, LTV, $n=11$)。排除标准为:①ASA 评分Ⅳ和Ⅴ;②有腹部手术史;③患有哮喘、慢性阻塞性肺疾病、呼吸衰竭;④术前诊断为冠心病或者高血压的患者;⑤体质量指数>30 kg/m^2;⑥拒绝参加本研究者。本研究通过陆军军医大学第一附属医院伦理委员会审批[2017 年科研第(52)号],并在中国临床试验注册中心注册(ChiCTR-IPR-17011064)。患者均签署知情同意书。

1.2 样本量估算

回顾分析预试验结果,气腹建立后 15 min,CTV 组和 LTV 组每博量变异度(stroke volume variance, SVV)计算样本量,根据预试验的结果($n=5$),CTV 和 LTV 组 SVV 分别为 22.8±4.5 和 16.3±3.6,采用两组均数比较的差异性检测计算样本量(双侧 α 为 5%, power 为 90%),为每组 10 例,考虑到每组脱落 10%,每组纳入 11 例,共计 22 例。

1.3 病例分组

CTV 组和 LTV 组病例采取相同的麻醉诱导、维持方案;诱导完毕并气管插管成功后,机械通气即刻,调整呼吸参数,CTV 组病例接受常规潮气量通气[10~12 mL/kg(理想体质量)、无呼气末正压通气(positive end expiratory pressure, PEEP)、无手法复张],LTV 组病例小潮气量通气[6~8 mL/kg(理想体质量)、无 PEEP、每 30 min 采用手法复张 1 次,每次将气道压维持在 30 cmH_2O,持续 30 s,3 个循环]。

1.4 麻醉方法

1.4.1 麻醉前准备 患者进入手术室后常规监测

无创袖带压、心电图和脉搏指氧饱和度,所有患者在0.5%利多卡因局部麻醉下行左侧桡动脉和右侧颈内静脉穿刺置管,左侧桡动脉连接PV8810传感器(Pulsion Medical System SE, Germany)连续监测平均动脉压(mean artery blood pressure, MAP)、心脏指数(cardiac index ,CI)、SVV、外周血管阻力指数(systemic vascular resistance index, SVRI),深静脉导管连接压力传感器监测中心静脉压(central venous pressure, CVP)。

1.4.2 麻醉诱导 患者均采用咪达唑仑0.02~0.05 mg/kg、舒芬太尼0.5 μg/kg、依托咪酯0.2~0.3 mg/kg和顺势阿曲库胺0.2~0.3 mg/kg静脉注射进行麻醉诱导插管,气管插管成功后,CTV组病例接受常规潮气量通气(10~12 mL/kg理想体质量、无PEEP、无手法复张),LTV组病例接受小潮气量通气(6~8 mL/kg理想体质量、无PEEP、每30 min采用手法复张1次,每次将气道压维持在30 cmH_2O,持续30 s,3个循环),调节呼吸频率使呼吸末二氧化碳维持35~50 cmH_2O之间,吸入氧浓度为50%,如果脉搏血氧饱和度低于92%可增加吸入氧浓度以保证脉搏血氧饱和度高于95%。

1.4.3 麻醉维持 采用吸入1%~2%七氟烷吸入麻醉将双频指数(BIS)维持在40~60范围内;采用靶控输注瑞芬太尼,血浆浓度设置为2~4 ng/mL;采用TOF(TOF-Watch SX; Organon Ltd., Dublin, Ireland)监测肌肉松弛作用,当TOF>50%时,推注顺势阿曲库铵0.075~0.1 mg/kg。

1.4.4 术中循环管理 在肝脏切除完毕之前采用限制性液体治疗策略,以1 mL/(kg·h)的速度输注乳酸林格氏液[12],平均动脉压下降超过20%时,给予6%羟乙基淀粉,血制品的输入按照围手术期输血指南(2014)[13]进行输注,平均动脉压低于60 mmHg或者降低超过术前水平的20%时,可间断推注去氧肾上腺素50~100 μg或者持续静脉输注去甲肾上腺素,其他围术期药物根据PV8810提供的数据及处理指南应用。所有病例CO_2气腹压力均维持在13 mmHg[14],所有患者在肝脏切除过程中均采用反Trendelenburg体位。

分别采集诱导前(T_1),气管插管后1 min(T_2),气腹建立过程中前90 min(每15 min采集1次)(T_3~T_9)和人工气腹放气前即刻(T_{10})和放气后15 min(T_{11})的MAP、HR、CI、SVRI、SVV和CVP。

1.4.5 术后评分 手术结束后,由外科医师对术中麻醉循环管理进行评分(1~5分)。1分:循环波动大,外科医师无法手术;2分:循环波动大,外科医师手术经常受影响;3分,循环较平稳,外科医师手术受影响;4分,循环平稳,外科医师手术很少受影响;5分,循环平稳,外科医师手术不受影响。

1.5 观察指标

主要观察指标:每博量变异指数(SVV);次要观察指标:中心静脉压(CVP)、心脏指数(CI)、外周血管阻力指数(SVRI)、平均动脉压(MAP)、心率(HR)及外科医师术后评分等。

1.6 统计学处理

采用SSPS 19.0处理数据,所有数据均采用$\bar{x}\pm s$表示,两组间均数比较采用非配对t检验,均数组内比较采用配对t检验;重复测量设计,组内比较使用重复设计方差分析。组间率的比较采用χ^2检验。双侧检验水准$\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 患者一般情况

纳入22例患者的平均年龄为48岁(36~64岁),其中女性3例(14%),患者ASA评分、体质指数、病灶的位置、术前肝肾功能组间比较无统计学差异(表1)。

2.2 术中一般情况

两组患者手术时间组间比较差异无统计学意义。气腹建立后30 min,LTV组气道峰压(18±2 *vs* 22±3 cmH_2O, $P<0.01$)及平台压(14±3 *vs* 18±3 cmH_2O, $P<0.01$)均低于CTV组,组间比较差异具有统计学意义。LTV组需要输注去甲肾上腺素维持血压的患者少于CTV组($P<0.05$)。两组患者术中最低氧合指数、接受血制品的患者例数、液体输注量、尿量、术后拔管时间及平均住院时间组间比较,差异均无统计学意义(表2)。

表1 CTV组与LTV组患者基线资料($n=11$)

组别	年龄/岁	BMI/kg·m^{-2}	良性肿瘤/例	恶性肿瘤/例	切肝范围>3个肝段/例	切肝范围≤3个肝段/例
CTV组	49±12	25.1±3.0	3	8	2	9
LTV组	47±11	24.9±3.1	3	8	3	8

组别	氧合指数	谷草转氨酶/U·L^{-1}	谷丙转氨酶/U·L^{-1}	术前肌酐/μmol·L^{-1}	凝血时间/s
CTV组	439±79	36.7±27.2	34.7±25.2	68.3±13.8	11.8±3.8
LTV组	406±73	37.2±24.2	40.2±27.6	74.9±13.5	11.6±3.5

表 2 CTV 组与 LTV 组患者术中情况($n=11$)

组别	手术时间/min	气道峰压/cmH_2O	气道平台压/cmH_2O	最低氧合指数	血制品输注/例	液体输注量/mL
CTV 组	278±89	22±3	18±3	328±63	3	1 126±358
LTV 组	264±112	18±2[a]	14±3[a]	336±59	2	889±236
组别	胶体液/mL	尿量/mL	去甲肾上腺素输注/例	拔管时间/min	住院时间/d	
CTV 组	235±78	668±212	8	28.8±26.5	13.5±6.9	
LTV 组	195±69	659±196	1[b]	26.9±22.9	12.8±7.2	

a: $P<0.01$,b: $P<0.05$,与 CTV 组比较

2.3 术中循环动力学情况

采集诱导前(T_1),气管插管后 1 min(T_2),气腹建立过程中前 90 min(每 15 min 采集 1 次)(T_3~T_9)和人工气腹放气前即刻(T_{10})和放气后 15 min(T_{11})的 MAP、HR、CI、SVRI、SVV 和 CVP。手术过程中,两组患者 MAP(表 3)、HR(表 4)、SVRI(表 5)和 CI(表 6)组间比较差异无统计学意义,与诱导前基础水平比较,也无统计学差异。在本研究所有的观察时相点,两组患者 CVP 组间比较无统计学差异。在气腹建立后即刻,CTV 和 LTV 组患者 CVP 均降低,在随后建立气腹过程中均低于气腹建立前水平,自身前后比较无统计学差异;放气后,CVP 升高至气腹建立前的水平(表 7)。

气管插管前后,两组间 SVV 比较无统计学差异,在气腹建立后,CTV 组和 LTV 组患者 SVV 均明显高于气腹建立前水平;人工气腹建立期间,LTV 组 SVV 均低于 CTV 组,人工气腹建立后 30 min 内以及 T_9(18.4±1.4 *vs* 24.5±4.7,$P<0.05$)时相点,两组间比较差异具有统计学意义(表 8)。术后,外科医师对术中麻醉循环管理评分,LTV 组明显高于 CTV 组(3.7±0.8 *vs* 3.1±0.5,$P<0.05$)。

表 3 CTV 组与 LTV 组患者术中 MAP(平均动脉压)情况($n=11$,$\bar{x}\pm s$,mmHg)

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
CTV 组	91±15	78±13	80±13	81±13	83±15	81±14	83±15	84±15	79±16	82±16	79±12
LTV 组	93±12	78±11	82±10	80±12	82±14	81±13	81±10	81±12	83±14	81±12	82±10
P 值	0.469	0.945	0.337	0.799	0.607	0.938	0.569	0.432	0.346	0.525	0.209

表 4 CTV 组与 LTV 组患者术中 HR(心率)情况($n=11$,$\bar{x}\pm s$,次/min)

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
CTV 组	76.2±13.1	66.0±12.1	73.2±16.5	76.8±16.4	78.8±15.6	79.3±14.0	82.1±15.1	84.1±15.2	84.2±15.6	83.8±16.7	79.1±12.3
LTV 组	76.7±12.1	65.7±11.8	73.9±12.7	73.8±15.7	80.2±13.7	80.0±10.8	81.8±13.0	84.6±12.0	85.3±12.0	86.4±10.9	80.1±8.3
P 值	0.927	0.620	0.824	0.392	0.646	0.790	0.929	0.886	0.770	0.796	0.664

表 5 CTV 组与 LTV 组患者术中 SVRI(外周阻力指数)情况[$n=11$,$\bar{x}\pm s$, dyne·s/(cm^5·m^2)]

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
CTV 组	1 979±470	1 874±650	1 867±468	2 005±646	1 970±570	1 880±390	1 880±447	1 842±610	1 962±440	1 764±537	1 783±814
LTV 组	2 145±666	1 953±645	1 981±599	2 127±575	2 049±560	1 966±665	1 901±597	1 760±536	1 814±567	1 814±577	1 793±620
P 值	0.390	0.689	0.521	0.503	0.636	0.646	0.817	0.592	0.750	0.819	0.833

表 6 CTV 组与 LTV 组患者术中 CI(心指数)情况[$n=11$,$\bar{x}\pm s$,L/(min·m^2)]

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
CTV 组	3.24±0.33	2.43±0.25	2.95±0.29	3.01±0.21	2.99±0.19	3.29±0.45	2.96±0.45	3.38±0.89	3.49±1.00	3.77±0.95	3.73±0.24
LTV 组	3.24±0.43	2.66±0.33	2.93±0.29	2.93±0.21	2.94±0.14	3.16±4.3	3.35±0.30	3.50±0.05	3.48±0.23	3.54±0.36	3.57±0.27
P 值	0.134	0.255	0.259	0.454	0.258	0.495	0.805	0.661	0.881	0.599	0.950

表 7 CTV 组与 LTV 组患者术中 CVP(中心静脉压)情况($n=11$,$\bar{x}\pm s$,cmH_2O)

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
CTV 组	5.9±2.0	5.6±2.0	2.7±1.6[a]	3.1±1.8	3.2±1.8	3.3±1.6	2.6±1.4[a]	3.1±1.6	3.0±1.4	3.0±1.3	5.8±1.6
LTV 组	5.9±1.8	5.5±2.0	2.3±1.5	2.8±1.6	3.1±1.4	3.2±1.4	3.0±1.5	2.8±1.5	3.1±1.5	2.9±1.3	5.7±1.6
P 值	0.841	0.903	0.749	0.388	0.751	0.714	0.281	0.491	0.765	0.728	0.773

a:$P<0.05$,与 T_2 比较

表 8 CTV 组与 LTV 组患者术中 SVV(每搏变异度)情况($n=11$,$\bar{x}\pm s$)

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}
CTV 组	10.6±3.5	13.3±3.6	22.6±6.2[a]	22.1±5.8[a]	22.9±7.4[a]	21.9±4.4[a]	22.1±6.9[a]	19.4±6.2[a]	24.5±4.7[a]	22.1±4.6[a]	13.0±3.4
LTV 组	9.8±1.4	13.0±3.9	17.2±6.4[b]	17.1±4.0[b]	17.4±4.9[b]	18.4±4.3[b]	19.0±3.9[b]	18.5±2.4[b]	18.4±1.4[b]	16.8±3.4[b]	13.5±3.6
P 值	0.425	0.828	0.011	0.016	0.012	0.107	0.170	0.710	0.014	0.078	0.733

a:$P<0.01$,b:$P<0.05$,与 T_2 比较

3 讨论

本研究结果显示,建立人工二氧化碳气腹可导致回心血量和有效循环容量减少,小潮气量通气可缓解由于建立人工气腹导致的回心血量和有效循环容量减少,有利于手术期间循环稳定的维持,为外科医师提供更好的手术条件。

近年来,由于腹腔镜手术技术、器械、止血材料的发展,腹腔镜肝脏切除手术在临床的实施日益广泛。然而由于肝脏组织的结构和生物学特点,肝脏组织脆性大、易出血,因此肝实质出血无论对开腹肝脏手术还是腹腔镜下肝脏手术的成败都极具挑战性[15]。为了减少肝实质的出血,常用的外科手段包括连续或间断 Pringle 法、半肝血流阻断、选择性区域血流阻断、全肝血流阻断、肝后下腔静脉阻断技术[16]等,其中低中心静脉压麻醉技术也是开腹肝脏切除和腹腔镜下肝脏切除常用的技术,其核心为在肝脏实质切除时限制液体输注、维持低中心静脉压、由此减少肝脏静脉系统的出血,对于这个期间的血压降低则采用输注缩血管药物来维持,进而保证重要脏器的有效灌注[17]。然而在腹腔镜肝脏切除术中,气腹的建立,一方面导致增高的腹腔压力传递至胸腔使胸内压增高,对心脏的舒张功能产生抑制;另一方面将导致内脏器官和下肢静脉血液回流减少,引起有效循环容量减少[18];限制性输液、人工气腹对心脏功能和有效循环容量的影响等原因都对麻醉过程中维持循环稳定提出了挑战。本研究显示,常规潮气量组患者在气腹建立后中心静脉压明显降低、每博量变异指数明显升高,在常规潮气量通气的情况下,即使在人工气腹建立对机体刺激增大的情况下仍然有 73%的患者需要持续输注去甲肾上腺素维持平均动脉压不低于基础水平的 20%,上述改变在气腹去除后立即恢复,而反映心脏功能的心脏指数、外周循环阻力指数和心率均没有显著改变,说明在全身麻醉状态下,气腹的建立对循环的主要影响是减少了有效循环血容量,而且我们发现反映机体对容量治疗反应性的每博量变异指数对于人工气腹条件下的有效循环容量改变较中心静脉压更具有敏感性和特异性,联合心指数和外周阻力指数可以比较准确的发现引起循环波动的原因,选择性使用血管活性药物。然而在腹腔镜下肝切除时由于需要限制液体容量,我们的经验是在肝实质切除过程中以兴奋 α 受体为主、兼顾兴奋 β 受体的去甲肾上腺素作为首选,在满足手术需求的同时维持重要脏器的灌注,在肝脏切除完毕后,则进行有效循环容量的补充。小潮气量通气可缓解建立人工气腹引起的有效循环容量降低,进而有利于气腹建立期间在限制容量输注的前提下维持平均动脉压的稳定。胸内压也是影响外周静脉回流的重要因素[18],胸内压=肺内压-肺回缩压,在自主呼吸时,肺内压=大气压=0。因此,胸内压=-肺回缩压,在自主呼吸状态下,吸气相胸内压均为负数,有利于外周静脉血液回流至右心;在机械通气的状态下胸内压=呼吸道平台压-肺回缩压。鲁惠顺等[19]研究报道在机械通气过程中,潮气量为 8 mL/kg 时,肺回缩压最大,由此可见与 10~12 mL/kg 的常规潮气量组比较,采用 6~8 mL/kg 的小潮气量通气时胸内压最小,有利于外周静脉血液回流,进而减轻了人工气腹对外周静脉血液回流的影响,从而为外科医师手术操作提供了更好的条件。

综上所述,行腹腔镜肝脏切除手术时,人工气腹的建立将引起外周静脉血回心减少,在限制液体输注以减少肝脏实质出血的情况下,需要去甲肾上腺素持续泵注以维持循环稳定,而小潮气量通气可缓解人工气腹引起的回心血量减少,进而有利于容量限制条件下循环稳定的维持,为外科手术提供了更优的手术条件。

参考文献:

[1] REICH H, MCGLYNN F, DECAPRIO J, *et al*. Laparoscopic excision of benign liver lesions[J]. Obstet Gynecol, 1991, 78(5 Pt 2): 956-958.

[2] NGUYEN K T, GAMBLIN T C, GELLER D A. World review of laparoscopic liver resection—2, 804 patients[J]. Ann Surg, 2009, 250(5): 831-841. DOI:10.1097/SLA.0b013e3181b0c4df.

[3] NGUYEN K T. Comparative benefits of laparoscopic *vs* open hepatic resection[J]. Arch Surg, 2011, 146(3): 348. DOI:10.1001/archsurg.2010.248.

[4] CIRIA R, CHERQUI D, GELLER D A, *et al*. Comparative short-term benefits of laparoscopic liver resection: 9000 cases and climbing[J]. Ann Surg, 2016, 263(4): 761-777. DOI:10.1097/SLA.0000000000001413.

[5] BEPPU T, WAKABAYASHI G, HASEGAWA K, *et al*. Long-term and perioperative outcomes of laparoscopic versus open liver resection for colorectal liver metastases with propensity score matching: a multi-institutional Japanese study[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2015, 22(10): 711-720. DOI:10.1002/jhbp.261.

[6] GELLER D A, TSUNG A. Long-term outcomes and safety of laparoscopic liver resection surgery for hepatocellular carcinoma and metastatic colorectal cancer[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2015, 22(10): 728-730. DOI:10.1002/jhbp.278.

[7] CHEN J, BAI T, ZHANG Y, *et al*. The safety and efficacy of laparoscopic and open hepatectomy in hepatocellular carcinoma patients with liver cirrhosis: a systematic review[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(11): 20679-20689.

[8] OCUIN L M, TSUNG A. Minimally invasive hepatic surgery[J]. Surg Clin North Am, 2016, 96(2): 299-313. DOI: 10.1016/j.suc.2015.12.004.

[9] COELHO F F. Laparoscopic liver resection: Experience based guidelines[J]. World J Gastrointest Surg, 2016, 8(1): 5. DOI:10.4240/wjgs.v8.i1.5.

[10] 刘才堂. 不同麻醉方法下妇科腹腔镜手术 CO_2 气腹对呼吸与循环功能的影响[J]. 长春中医药大学学报, 2017, 33(2): 312-314. DOI:10.13463/j.cnki.cczyy.2017.02.050.
LIU C T. Different anesthesia methods on gynecological laparoscopic surgery effect of CO_2 pneumoperitoneum on respiratory and circulatory function[J]. J Changchun Univ Tradit Chin Med, 2017, 33(2): 312-314. DOI:10.13463/j.cnki.cczyy.2017.02.050.

[11] PARK S J, KIM B G, OH A H, *et al*. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial[J]. Surg Endosc, 2016, 30(10): 4598-4606. DOI:10.1007/s00464-016-4797-x.

[12] 刘哲, 张文智, 赵向前, 等. 控制性低中心静脉压在腹腔镜肝切除术中的应用[J]. 腹腔镜外科杂志, 2011, 16(3): 174-177. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6612.2011.03.006.
LIU Z, ZHANG W Z, ZHAO X Q, *et al*. Application of controlled low central venous pressure in laparoscopic hepatectomy[J]. J Laparosc Surg, 2011, 16(3): 174-177. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6612.2011.03.006.

[13] 邓小明. 中国麻醉学指南与专家共识[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017.
DENG X M. Chinese Society of Anesthesiology, Chinese Anesthesiology Guide and Expert Consensus[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017.

[14] TRANCHART H, O'ROURKE N, VAN DAM R, *et al*. Bleeding control during laparoscopic liver resection: a review of literature[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2015, 22(5): 371-378. DOI:10.1002/jhbp.217.

[15] 杨淑婷, 刘斌. 控制性低中心静脉压在肝切除术中的应用进展[J]. 华西医学, 2016, 31(4): 789-793.
YANG S T, LIU B. Progress in the application of controlled low central venous pressure in laparoscopic hepatectomy[J]. West China Med J, 2016, 31(4): 789-793.

[16] OTSUBO T. Control of the inflow and outflow system during liver resection[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2012, 19(1): 15-18. DOI:10.1007/s00534-011-0451-0.

[17] HUGHES M J, VENTHAM N T, HARRISON E M, *et al*. Central venous pressure and liver resection: a systematic review and meta-analysis[J]. HPB (Oxford), 2015, 17(10): 863-871. DOI:10.1111/hpb.12462.

[18] KOBAYASHI S, HONDA G, KURATA M, *et al*. An experimental study on the relationship among airway pressure, pneumoperitoneum pressure, and central venous pressure in pure laparoscopic hepatectomy[J]. Ann Surg, 2016, 263(6): 1159-1163. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001482.

[19] 鲁惠顺, 卫木根, 胡方. 潮气量与肺顺应性、呼气第一秒容量及压力-容量的相关性[J]. 浙江临床医学, 2001(11): 812-813. DOI: 10.3969/j.issn.1008-7664.2001.11.015.
LU H S, WEI M G, HU F. Correlation of tidal volume, lung compliance with 1st second exhalation volume and pressue-volume relationship[J]. Zhejiang Clin Med J, 2001(11): 812-813. DOI:10.3969/j.issn.1008-7664.2001.11.015.

(**收稿**:2019-06-29;**修回**:2019-08-08)

(编辑 栾 嘉)