

· 临床研究 ·

肺超声在预测老年患者术中不同液体治疗策略下肺损伤程度中的应用

李长松 钱涛 李小静 申小勤 吉小丽 朱雅斌 徐玉民 宋后恩 孙灿林

【摘要】 目的 观察不同液体治疗策略对行腹腔镜下结肠癌根治术老年患者术中肺功能的影响,探讨肺超声预测肺损伤程度的可行性。**方法** 选择 2017 年 5 月至 2018 年 8 月腹腔镜下结肠癌根治术老年患者 73 例,男 38 例,女 35 例,年龄 65~80 岁,ASA II 或 III 级。采用随机对照法分为两组:目标组(G 组, $n=37$)和对照组(C 组, $n=36$)。G 组以每搏变异度(SVV)、MAP 为指导,将 $CI \geq 2.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 作为目标行目标导向液体治疗;C 组以 MAP、CVP、术中尿量为指导行常规输液。记录开气腹前(T_0)、开气腹后(T_1)、肠吻合时(T_2)、关气腹前(T_3)、关气腹后(T_4)的 PaCO_2 、 PaO_2 、氧合指数(OI)、气道峰压(PIP),记录肺损伤程度评分、晶体入量、胶体入量、液体总入量、出血量、输血情况以及术后肺部并发症情况等。**结果** 与 C 组比较, T_2 — T_4 时 G 组 PaCO_2 明显降低, PaO_2 和 OI 明显升高($P<0.05$); T_3 — T_4 时 G 组 PIP 明显降低,肺损伤程度评分明显降低($P<0.05$)。与 C 组比较,G 组晶体入量、胶体入量、液体总入量、出血量、术中需输血例数和术后肺水肿例数明显减少($P<0.05$)。肺损伤程度评分与术后肺部并发症总例数呈明显正相关($r=0.534, P<0.001$)。**结论** 老年患者术中目标导向液体治疗,肺损伤程度轻,术后并发症少,同时联合肺超声技术,可及时准确评估肺损伤程度,更利于围术期肺保护,值得推广。

【关键词】 肺超声;老年;液体治疗策略;肺损伤程度

Application of pulmonary ultrasound in predicting the degree of lung injury in elderly patients undergoing different fluid therapy strategies LI Changsong, QIAN Tao, LI Xiaojing, SHEN Xiaoqin, JI Xiaoli, ZHU Yabin, XU Yumin, SONG Houen, SUN Canlin. Department of Anesthesiology, Taizhou People's Hospital, Taizhou 225300, China

Corresponding author: SUN Canlin, Email: 1832660877@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the effects of different fluid therapy strategies on the intraoperative lung function in elderly patients undergoing laparoscopic radical colectomy and the feasibility of predicting the degree of lung injury by pulmonary ultrasound. **Methods** Seventy-three elderly patients undergoing laparoscopic radical resection of colon cancer, 38 males and 35 females, aged 65–80 years, falling into ASA physical status II or III, were selected in our hospital from May 2017 to August 2018. They were randomized divided into target group (group G, $n=37$) and control group (group C, $n=36$). Group G was guided by stroke volume variation (SVV) and mean arterial pressure (MAP), received target row goal-directed liquid treatment with the goal of cardiac index ($CI \geq 2.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$). Group C received routine infusion guided by MAP, central venous pressure (CVP) and intraoperative urinary volume. The carbon dioxide pressure (PCO_2), oxygen pressure (PaO_2), oxygenation index (OI) and airway peak pressure (PIP) were recorded before opening pneumoperitoneum (T_0), after opening pneumoperitoneum (T_1), during intestinal anastomosis (T_2), before closing pneumoperitoneum (T_3) and after closing pneumoperitoneum (T_4). The severity of lung injury score, the crystal and colloid dosage, total liquid volume, the amount of bleeding, the blood transfusion, and the postoperative lung complication situation were observed. **Results** Compared with group C, PCO_2 of group G was significantly lower while PaO_2 and OI were significantly higher at T_2 – T_4 ($P<0.05$), PIP and lung injury score were significantly reduced in group G at T_3 – T_4 ($P<0.05$). Compared with group C, the crystal and colloid dosage, total liquid volume, the amount of bleeding, the number of cases requiring blood transfusion during operation and the incidence of postoperative pulmonary edema was significantly reduced in group G ($P<0.05$). The score of lung injury degree was positively correlated with the total number of postoperative pulmonary complications ($r =$

DOI:10.12089/jca.2019.10.012

基金项目:2017 年泰州市人民医院院级指导性课题(ZD201707)

作者单位:225300 江苏省泰州市人民医院麻醉科

通信作者:孙灿林,Email:1832660877@qq.com

0.534, $P < 0.001$). **Conclusion** By using goal-directed fluid therapy in the elderly patients, the degree of lung injury is slight, and fewer complications occurred. Combined with lung ultrasound technology, the degree of lung injury can be assessed timely and accurately which is more conducive to perioperative lung protection. Thus, it is worth popularizing.

【Key words】 Pulmonary ultrasound; Elderly; Fluid therapy strategy; Degree of lung injury

老年患者肺顺应性明显降低,围术期发生肺功能减低和急性肺损伤的几率较高,尤其是围术期不当输液可增加血管外肺水(extravascular lung water, EVLW),严重影响肺功能状态。Fagenholz 等^[1]首次提出超声 B 线技术可对高原性肺水肿患者肺水程度进行有效识别和监测。有研究认为,肺超声 B 线评分与 EVLW 具有明显的相关性^[2-3]。然而国内关于术中超声 B 线的研究尚少,其能否及时准确地监测术中肺水情况,进而预测肺损伤程度,目前尚无定论。本研究拟对老年结肠癌患者行目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT)术中采用超声 B 线评估 EVLW 程度,客观评估 GDFT 对肺功能的影响,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会通过,患者签署知情同意书。选择 2017 年 5 月至 2018 年 8 月本院择期行腹腔镜下结肠癌根治术老年患者,性别不限,年龄 65~80 岁, BMI 18.0~28.0 kg/m², ASA II 或 III 级,术前 Hct ≥ 0.25。排除标准:术前心功能 NYHA 分级 ≥ III 级,存在中度及以上心血管病变的客观依据,包括心脏瓣膜病变或术前心功能 NYHA 分级 < III 级,术中突发心功不全需强心、利尿、扩血管治疗,中度及以上的肺功能障碍,术前存在肾脏疾病或肾功能异常(包括肾炎、尿路结石等严重的泌尿系疾病史),术前严重的心脏节律异常(如房颤、早搏等严重心律不齐的表现),II 级以上的高血压史,药物过敏史,近期存在呼吸道感染病史等。

分组与处理 采用随机对照法分为两组:目标组(G 组)和对照组(C 组)。G 组以每搏变异度(SVV)8%~13%、MAP ≥ 65 mmHg 为指导,心脏指数(CI) ≥ 2.5 L · min⁻¹ · m⁻² 作为目标行 GDFT。C 组以 MAP、CVP、术中尿量为指导行常规输液,根据传统“开放性补液”模式,按照“4-2-1”法则补液,维持 MAP ≥ 65 mmHg,尿量 ≥ 1.0 ml · kg⁻¹ · h⁻¹,气腹开放后 CVP 不作为主要参考指标,气腹未开放时可维持 CVP 6~12 cmH₂O。

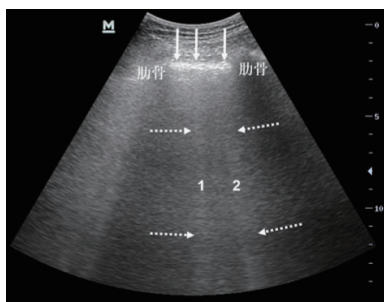
麻醉方法 患者术前常规禁食禁饮,入室后连

接多功能监护仪常规监测 BP、ECG、SpO₂、体温,开放外周静脉后,行桡动脉和颈内静脉穿刺置管,监测有创血压和 CVP。患者麻醉诱导前,预充 6% 130/6 羟乙基淀粉 4 ml/kg 进行补偿性扩容。记录 SVV、MAP、CI 等,麻醉诱导采用咪达唑仑 0.05~0.1 mg/kg、顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg、丙泊酚 1.5~2 mg/kg、舒芬太尼 0.4~0.6 μg/kg。行气管插管,连接麻醉机行机械通气,参数设置:V_T 8~10 ml/kg, RR 12~16 次/分。术中吸入 1.0%~2.0% 七氟醚,泵入瑞芬太尼 0.1~2 μg · kg⁻¹ · min⁻¹,靶浓度维持略高于意识消失时效应室浓度(calculated effect site concentration at loss of consciousness, CeLOC),丙泊酚 0.2~2.0 μg/ml 闭环靶控输注(closed loop target control infusion, CLTCI),维持 BIS 45~65。术中采用加温措施,保证鼻咽温度维持 36.0~37.5 °C,术中限制气腹压力 8~12 cmH₂O。

若术中各指导输液指标出现超出或低于目标值时,分析原因,针对各自情况给予液体冲击、改变输液种类、心血管活性药物治疗,或调整麻醉用药等方法,维持循环稳定。根据血气情况,实时纠正酸碱平衡、电解质紊乱和贫血(Hb < 80 g/L 时考虑输注红细胞悬液,维持 Hb ≥ 80 g/L)^[4-5],术中患者急需输血时,主张以成分输血为主。

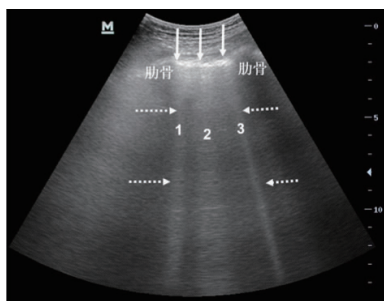
肺部超声检查 采用迈瑞 M5 便携式彩超根据肺部 BLUE 方案^[6]行两肺超声检查,所选凸阵超声探头(3C5S)为 2.5~6.0 MHz。患者仰卧位使用凸阵探头探查双肺,探头垂直于肋间隙,根据肺部 BLUE 方案,分别于上蓝点(左侧第 3、4 掌指关节处)、下蓝点(右手掌中心)、PLAPS 点(下蓝点垂直向后与同侧腋后线交点)等 3 处检查点^[6],取所有检查点中单个扫描平面最多的 B 线数目,并进行肺损伤程度评分。评分标准:0 分,正常超声影像图;1 分,“彗星尾征”出现,B 线 1~2 条(图 1);2 分,“彗星尾征”阳性,B 线 ≥ 3 条(图 2)。为避免气腹对检查点的影响,实际操作时根据具体情况可适当滑动探头,以获取最佳检查窗口。

观察指标 记录开气腹前(T₀)、开气腹后(T₁)、肠吻合时(T₂)、关气腹前(T₃)、关气腹后(T₄)的 PaCO₂、PaO₂、氧合指数(OI)、气道峰压



注:实箭头,胸膜线;虚箭头,B线;阿拉伯数字,B线数目

图1 “彗星尾征”肺超声影像图



注:实箭头,胸膜线;虚箭头,B线;阿拉伯数字,B线数目

图2 “彗星尾征”阳性肺超声影像图

(PIP)及两肺的肺损伤程度评分;记录手术时间、晶体入量、胶体入量、晶胶比、液体总入量、平均输液速度、尿量、出血量、输血情况及输血前后 Hct 等;记录术后肺部并发症(肺水肿、急性肺炎及支气管炎、肺部基础疾病加重等)的发生情况。

统计分析 采用 SPSS 22.0 进行统计分析。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,组内比较采用重复测量数据方

差分析,采用 LSD 法进行多重比较非正态分布计量资料以中位数(M)和四分位数间距(IQR)表示,两两比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料比较采用 χ^2 检验。肺损伤程度评分与术后肺部并发症的相关性,采用 Spearman 等级相关分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入患者 73 例,G 组 37 例,C 组 36 例。两组患者性别、年龄、体重、BMI、ASA 分级、术前 Hct 和手术时间差异均无统计学意义(表 1)。

与 C 组比较,G 组晶体入量、胶体入量、液体总入量、出血量和需输血例数明显减少($P < 0.05$),晶胶比明显减小,平均输液速度明显减慢($P < 0.05$),两组尿量差异无统计学意义(表 2)。

与 T_0 时比较, T_2-T_3 时 G 组 PaCO_2 明显升高($P < 0.05$), T_3-T_4 时 G 组 PaO_2 、OI 明显降低($P < 0.05$), T_1-T_3 时 G 组 PIP 明显升高($P < 0.05$); T_2-T_4 时 C 组 PaCO_2 明显升高, PaO_2 、OI 明显降低,肺损伤程度评分明显升高($P < 0.05$), T_1-T_4 时 C 组 PIP 明显升高($P < 0.05$)。与 C 组比较, T_2-T_4 时 G 组 PCO_2 明显降低, PaO_2 和 OI 明显升高($P < 0.05$), T_3-T_4 时 G 组 PIP 明显降低,肺损伤程度评分明显降低($P < 0.05$)(表 3)。

G 组术后肺部并发症总例数明显少于 C 组($P < 0.05$),其中术后肺水肿例数明显少于 C 组($P < 0.05$)(表 4)。

肺损伤程度评分与术后肺部并发症总例数呈明显正相关($r = 0.543, P < 0.001$)。

表1 两组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	ASA II/III级 (例)	术前 Hct (%)	手术时间 (min)
G 组	37	19/18	70.1±4.5	60.3±9.0	22.1±2.2	21/16	35.6±4.8	162.2±30.0
C 组	36	20/16	70.1±4.2	64.5±9.8	23.3±3.0	19/17	34.5±6.4	173.6±58.8

表2 两组患者术中液体出入量情况和输血情况的比较

组别	例数	晶体入量 (ml)	胶体入量 (ml)	晶胶比	液体总入量 (ml)	平均输液 速度 (ml/min)	尿量 (ml)	出血量 (ml)	输血 [例(%)]
G 组	37	1 051.3±259.1 ^a	614.9±130.4 ^a	1.4±0.4 ^a	1 771.6±364.7 ^a	11.2±2.4 ^a	445.4±191.3	126.5±50.3 ^a	1(3) ^a
C 组	36	1 261.1±258.0	728.7±168.5	1.6±0.5	2 115.3±445.7	13.3±3.1	486.1±205.8	184.3±81.2	8(22)

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$

表 3 两组患者术中不同时点肺功能情况的比较

指标	组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
PaCO ₂	G 组	37	36.9±1.9	38.1±2.0	42.0±1.8 ^{ab}	43.2±1.5 ^{ab}	37.3±1.7 ^b
(mmHg)	C 组	36	37.2±2.5	37.7±2.3	43.4±1.8 ^a	45.8±1.1 ^a	41.3±1.9 ^a
PaO ₂	G 组	37	448.9±20.5	448.2±21.2	444.6±18.4 ^b	438.7±26.9 ^{ab}	440.7±26.7 ^{ab}
(mmHg)	C 组	36	455.6±18.0	456.4±19.7	435.3±17.6 ^a	420.6±22.4 ^a	422.7±24.9 ^a
OI	G 组	37	448.9±20.5	448.2±21.2	444.6±18.4 ^b	438.7±26.9 ^{ab}	440.7±26.7 ^{ab}
(mmHg)	C 组	36	455.6±18.0	456.4±19.7	435.3±17.6 ^a	420.6±22.4 ^a	422.7±24.9 ^a
PIP	G 组	37	12.7±0.9	15.9±1.2 ^a	16.7±1.4 ^a	16.4±1.4 ^{ab}	12.8±0.9 ^b
(cmH ₂ O)	C 组	36	12.6±0.8	15.9±1.3 ^a	16.9±1.1 ^a	18.4±1.2 ^a	14.4±1.0 ^a
肺损伤程度	G 组	37	0(0~0)	0(0~0)	0(0~1.0)	0(0~1.0) ^b	0(0~1.0)
评分(分)	C 组	36	0(0~0)	0(0~0)	0(0~1.0) ^a	1.0(0~1.0) ^a	1.0(0~1.0)

注:与 T₀ 比较,^aP<0.05;与 C 组比较,^bP<0.05

表 4 两组术后肺部并发症的比较[例(%)]

组别	例数	肺水肿	急性肺炎及 支气管炎	肺部基础 疾病加重	术后肺部 并发症总数
G 组	37	0(0) ^a	1(3)	0(0)	1(3) ^a
C 组	36	5(14)	2(6)	1(3)	8(22)

注:与 C 组比较,^aP<0.05

讨 论

传统的液体治疗策略不利于围术期肺保护,会增加肺部并发症^[7],不利于患者术后康复^[8]。尽管限制性输液策略能够减少 EVLW 生成,避免肺水肿的发生,但易造成组织灌注不足,影响组织愈合,增加术后肺部并发症的发生,不利术后康复^[9],而开放性补液可增加老年患者肺水肿和心力衰竭的风险等^[10]。本研究中 GDFT 相对开放补液方式,具有较少的术后肺部并发症,术后未见肺水肿发生,同时术中平均输液速度减慢,输液总量也明显减少,晶胶比更合理。GDFT 是通过连续监测敏感特异的循环指标,客观指导围术期晶、胶液体的输注,及时反映患者的容量状态,实现个体化的液体管理目的^[11]。

有研究指出,胸腔镜下肺部分切除术患者术中行 GDFT 能改善氧合指数,可减轻术后急性肺部损伤^[12]。许辉等^[13]研究同样认为,GDFT 可减轻肺癌根治术患者单肺通气后肺弥散及氧合功能的损害。在本研究中,GDFT 对患者肺功能的保护上具有明显的优势,术中 PaO₂、OI、PIP,都明显优于开放式补

液治疗,尤其是术中较低肺损伤程度评分和术后较低的肺部并发症发生率,都足以证明 GDFT 更具有优越性。尽管液体正平衡有利于创伤急性期液体快速复苏,但正平衡量过大可导致容量负荷过重、组织氧弥散距离加大,加重组织和器官缺血、缺氧和酸中毒,进而造成器官功能不全^[14]。而 GDFT 对围术期肺气体交换能力影响较轻,手术后 OI 快速恢复到正常水平。OI 正常值为 400~500 mmHg,常用于评价肺气体交换和氧合功能,与患者肺损伤程度具有明显的正相关性,在肺通气/血流比值失调或肺功能障碍时明显下降^[15]。机械通气指标中 PIP 是肺呼吸过程中最大的气道压力,由气道阻力压与平台压共同决定,是反映气道通气阻力的重要指标,也是决定气压伤的重要指标,若围术期患者肺水增多,气道阻力压和平台压都会增高,进而会影响 PIP 的数值,本研究中 GDFT 对 PIP 的影响轻微,在气腹关闭后快速恢复到术前水平。由于围术期液体的合理管理,降低肺内毛细血管的静水压和通透性,减少肺水的生成,降低 PIP,从而改善肺的顺应性和通气功能。

本研究中 GDFT 术后未见肺水肿的发生,而开放补液方式术后有 5 例发生肺水肿。肺水肿是肺部常见的急危重症,早期诊断和治疗对其预后影响较大。而围术期 EVLW 程度与液体入量具有明显相关性。尽管胸部 CT 或 X 线检查作为肺损伤程度评估的“金标准”,但在实际临床工作中很难实现术中实时 X 线或 CT 胸部检查,而肺超声可早期评估 EVLW 情况,早期发现肺水肿^[16]。当肺内 EVLW 增

多时,声能透射能量增加,才能在胸膜后呈现伪像。因此 B 线数量的多少,可及时反映 EVLW 程度,B 线越多,EVLW 越严重,双侧肺部 B 线弥漫性分布可作为特征性急性肺水肿的表现^[17]。在本研究中,B 线越多,肺的氧合能力越差,气道阻力增加,肺损伤越严重,术后肺部并发症越多,肺损伤评分与术后肺部并发症总例数呈明显相关性。GDFT 患者围术期肺损伤程度明显较轻,术后肺部并发症总数明显减少。而 B 线数目又与 EVLW 具有密切的相关性^[17],监测 B 线的多少,即可间接了解 EVLW 的程度,如何减少术中肺超声 B 线数目,降低 EVLW 的发生,是减少围术期液体治疗肺损伤重要目标。由此可见,围术期肺超声 B 线数目的监测应该可以作为监测术中肺损伤的重要指标,同时在围术期液体治疗时,可以成为肺保护监测的指标之一。

综上所述,在肺超声监测下,GDFT 用于老年患者围术期液体管理,可以达到更理想的围术期肺保护的目的,可减轻肺损伤,减少术后肺部并发症。因此联合肺超声技术在评估围术期肺功能,预测肺损伤程度方面,具有一定优势,是值得进一步探索及推广的诊疗思路。

参 考 文 献

- [1] Fagenholz PJ, Gutman JA, Murray AF, et al. Chest ultrasonography for the diagnosis and monitoring of high-altitude pulmonary edema. *Chest*, 2007, 131(4): 1013-1018.
- [2] Baldi G, Gargani L, Abramo A, et al. Lung water assessment by lung ultrasonography in intensive care: a pilot study. *Intensive Care Med*, 2013, 39(1): 74-84.
- [3] 傅小云, 高飞, 苏德, 等. 重症患者肺超声 B 线评分用于血管外肺水评估的临床研究. *中国急救医学*, 2014, 34(7): 591-594.
- [4] 周涛, 郭善亮, 张明生. 目标导向液体治疗在老年患者胃肠道手术中的应用. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(10): 971-974.
- [5] 汪悦, 李娟, 康芳, 等. 目标导向液体治疗对老年单肺通气患者局部脑氧饱和度及血流动力学的影响. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(9): 837-841.
- [6] 王小亭, 刘大为, 张宏民, 等. 改良床旁肺部超声评估方案对重症患者肺实变和肺不张的诊断价值. *中华内科杂志*, 2012, 51(12): 948-951.
- [7] Marik PE, Baram M. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. *Chest*, 2008, 134(1): 172-178.
- [8] 陈凛, 陈亚进, 董海龙, 等. 加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018 版). *中国实用外科杂志*, 2018, 38(1): 1-20.
- [9] Futier E, Constantin JM, Petit A, et al. Conservative vs restrictive individualized goal-directed fluid replacement strategy in major abdominal surgery: a prospective randomized trial. *Arch Surg*, 2010, 145(12): 1193-1200.
- [10] 敖翔, 胡宝吉, 谢鹏程. 围术期液体治疗的研究进展. *中国临床医学*, 2016, 23(5): 677-680.
- [11] 吕雪彩, 曹江北, 潘伟, 等. 不同每搏量变异度指导下的目标导向液体治疗对老年患者术后认知功能的影响. *临床麻醉学杂志*, 2016, 32(7): 629-632.
- [12] 罗南博, 赵昭, 项明方, 等. 脉搏压变异度指导肺部分切除术液体管理的随机对照分析. *临床外科杂志*, 2017, 25(12): 942-945.
- [13] 许辉, 疏树华, 王迪, 等. 目标导向液体治疗单肺通气肺癌根治术患者术中肺功能及中心静脉血炎症因子水平观察. *山东医药*, 2017, 57(19): 94-96.
- [14] 王会东, 冀晋杰, 徐学敏, 等. 麻醉期间目标导向液体治疗对肺叶切除术后急性肺损伤的影响. *解放军医学院学报*, 2015, 36(11): 1109-1112.
- [15] 王东昕, 阚红莉, 于晓东, 等. 右美托咪定对肺癌根治术患者单肺通气时的肺保护作用. *中华麻醉学杂志*, 2014, 34(6): 674-677.
- [16] Li H, Li YD, Zhu WW, et al. A simplified ultrasound comet tail grading scoring to assess pulmonary congestion in patients with heart failure. *Biomed Res Int*, 2018: 8474839.
- [17] Soldati G, Giunta V, Sher S, et al. "Synthetic" comets: a new look at lung sonography. *Ultrasound Med Biol*, 2011, 37(11): 1762-1770.

(收稿日期:2018-10-07)