

· 临床研究 ·

呼气末正压通气对腹腔热灌注化疗患者呼吸力学及肺功能的影响

刘鹏飞 李天佐 赵斌江 关雷 苏跃

【摘要】 目的 探讨不同呼气末正压通气对腹腔热灌注化疗患者呼吸力学及肺功能的影响。**方法** 选择择期行腹膜癌热灌注化疗的患者 90 例,男 55 例,女 35 例,年龄 40~70 岁,ASA I~III 级。随机分为三组,每组 30 例。A 组为容量控制通气(VCV)组, V_T 10 ml/kg;B 组为 VCV+低 PEEP 组, V_T 6 ml/kg,PEEP 5 cm H₂O;C 组为 VCV+高 PEEP 组, V_T 6 ml/kg,PEEP 10 cm H₂O;术中调整 RR 维持 $P_{ET}CO_2$ 35~45 mm Hg。于气管插管后 5 min(T_1)、腹腔热灌注化疗开始前(T_2)、化疗结束时(T_3)、气管拔管前(T_4)记录气道峰压(Ppeak)、气道平台压(Pplat)和平均气道压(Pmean),计算动态肺顺应性(C_{dyn})。并取桡动脉血进行血气分析,计算氧合指数(OI)、呼吸指数(RI)、肺泡-动脉血氧分压差(A-aDO₂)及死腔率(V_D/V_T)。记录术后 7 d 内肺部相关并发症情况。**结果** 与 A 组比较, T_1 ~ T_4 时 B、C 组 Ppeak、Pplat、A-aDO₂ 和 RI 明显降低,OI 和 V_D/V_T 明显升高($P<0.05$); T_2 ~ T_4 时 B、C 组 Pmean 明显降低, C_{dyn} 和 PaO₂ 明显升高($P<0.05$)。与 T_1 比较, T_2 ~ T_4 时 A 组 Ppeak、Pplat 和 Pmean 明显升高, C_{dyn} 明显降低($P<0.05$); T_3 时 B 组 Ppeak 和 Pplat 明显升高($P<0.05$), T_2 ~ T_4 Pmean 明显升高($P<0.05$), T_3 、 T_4 时 C_{dyn} 明显降低($P<0.05$); T_2 ~ T_4 时 C 组 Ppeak、Pplat 和 Pmean 明显升高($P<0.05$), T_3 、 T_4 时 C_{dyn} 明显降低($P<0.05$)。与 T_0 时比较, T_2 ~ T_4 时三组 PaO₂ 和 OI 明显降低,A-aDO₂、RI 和 V_D/V_T 明显升高($P<0.05$)。术后 7 d 内 B、C 组肺部感染、低氧血症和肺不张的发生率明显低于 A 组($P<0.05$)。**结论** 小潮气量(6 ml/kg)联合 PEEP(5 cm H₂O)通气可以显著改善腹膜癌患者术中热灌注期间肺功能,降低围术期肺部并发症的发生风险。

【关键词】 呼气末正压;机械通气;热灌注化疗;肺功能;呼吸力学

Effect of positive end-expiratory pressure on respiratory mechanics and pulmonary function in patients receiving continuous hyperthermic peritoneal perfusion LIU Pengfei, LI Tianzuo, ZHAO Binjiang, GUAN Lei, SU Yue. Department of Anesthesiology, Beijing Shijitan Hospital, Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100038, China

Corresponding author: ZHAO Binjiang, Email: zhaobinjiang@sina.com

【Abstract】 Objective To explore the effects of positive end-expiratory pressure on intraoperative pulmonary function and respiratory mechanics in patients receiving continuous hyperthermic peritoneal perfusion. **Methods** Ninety patients (55 males, 35 females, aged 40-70 years, ASA grade I-III) undergoing continuous hyperthermic peritoneal perfusion were selected and divided into 3 groups ($n=30$ each): regular volume controlled ventilation group (group A), 5 cm H₂O PEEP group (group B) and 10 cm H₂O PEEP group (group C). After tracheal intubation, the mechanical ventilation parameters in groups A, B and C were respectively given tidal volume (V_T) 10 ml/kg without positive end-expiratory pressure (PEEP), V_T 6 ml/kg with 5 cm H₂O PEEP, and V_T 6 ml/kg with 10 cm H₂O. $P_{ET}CO_2$ was maintained at 35-45 mm Hg. Arterial blood samples were collected for blood gas analysis 5 min after (T_1), before CHPP (T_2), the end of CHPP (T_3), and before the end of mechanical ventilation (T_4). Besides, Pplat, Pmean, Ppeak, PaCO₂, PaO₂ were recorded and C_{dyn} , OI, RI, A-aDO₂ as well as V_D/V_T were calculated at all time points simultaneously. Pulmonary complications during 7 days after surgery were also recorded. **Results** Compared with group A, Ppeak, Pplat, A-aDO₂ and RI were all significantly lower ($P<0.05$), while OI and V_D/V_T were higher in groups B and C at T_1 - T_4 ($P<0.05$); at T_2 - T_4 , C_{dyn} and PaO₂ were higher with lower Pmean in groups B and C ($P<0.05$). Compared with T_1 , Ppeak, Pplat and Pmean were higher ($P<0.05$) while C_{dyn} was lower ($P<0.05$) in group A at T_2 - T_4 ; In Group B, Ppeak and Pplat were high-

er at T_3 ($P < 0.05$), P_{mean} was higher at T_2 - T_4 ($P < 0.05$) and C_{dyn} was lower at T_3 , T_4 ($P < 0.05$); in group C, P_{peak} , P_{plat} and P_{mean} were all higher at T_2 - T_4 ($P < 0.05$), C_{dyn} was lower at T_3 , T_4 ($P < 0.05$); OI and PaO_2 were lower ($P < 0.05$), while $A-aDO_2$, V_D/V_T and RI were all higher ($P < 0.05$) at T_2 - T_4 in the three groups. In addition, the incidence rates of pulmonary infection, hypoxemia, and atelectasis were significantly lower in groups B and C during 7 days after surgery than those of group A ($P < 0.05$). **Conclusion** PEEP (5 cm H_2O) with V_T (6 ml/kg) could effectively improve intraoperative pulmonary function and reduce the risk of perioperative pulmonary complications of the patients receiving continuous hyperthermic peritoneal perfusion.

【Key words】 Positive end-expiratory pressure; Mechanical ventilation; Hyperthermic peritoneal perfusion; Pulmonary function; Respiratory mechanics

持续腹腔热灌注化疗(continuous hyperthermic peritoneal perfusion, CHPP)是治疗腹膜癌的主要手段,有效灭活肿瘤细胞,降低复发率与转移率^[1]。但术中 CHPP 可引起机体呼吸生理的改变。腹腔热灌注时腹内压、胸内压增加,化疗液经腹腔吸收积聚于组织间隙(肺间质),肺顺应性下降,气道压升高,这些因素显著增加围术期肺损伤发生的风险^[2]。既往研究证实呼气末正压通气能够有效改善肺顺应性及氧合,广泛应用于肺损伤及急性呼吸窘迫综合征的治疗中^[3,4]。但这种通气模式在腹腔热灌注化疗术中的应用效果有待于明确。因而本课题探讨不同呼气末正压通气对腹腔热灌注化疗患者呼吸力学及肺功能的影响,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究已经医院伦理委员会批准,所有患者及家属签署知情同意书。选择 2015 年 4 月至 2016 年 4 月择期行腹膜癌热灌注化疗的患者,性别不限,年龄 40~70 岁,ASA I~III 级。排除标准:伴有重度高血压($SBP \geq 180$ mm Hg)、肾功能不全、不稳定性心绞痛、近 6 个月内心肌梗死、脑梗死等疾病;既往存在肺气肿、肺大泡、支气管哮喘、支气管扩张、慢性阻塞性肺疾病等病史;近期呼吸道急性炎症史;术前 1 个月内行肺部手术或放疗、化疗史;BMI ≥ 28 kg/m²。剔除标准:术中失血量 $\geq 1\ 000$ ml;术中循环难以维持,需要大剂量血管活性药物者。所有患者随机分为三组。

方法 入室后建立静脉通道,常规监测 BP、HR、ECG、 SpO_2 、 $P_{ET}CO_2$ 及 BIS。局麻行桡动脉及颈内静脉穿刺置管,监测 MAP、心脏指数(CI)及每搏输出量变异(SVV)。静脉注射芬太尼 3 μ g/kg、依托咪酯 0.2~0.3 mg/kg 和罗库溴铵 0.6 mg/kg 麻醉诱导,气管插管后接 Aestiva 麻醉机械通气,通气模式依据患者所在分组设定。术中吸入 1%~1.5%七氟醚、瑞芬太尼 0.1~0.25 μ g $\cdot$ kg⁻¹ $\cdot$ min⁻¹,维持 BIS

40~60。所有患者术中目标导向液体治疗^[5],术中腹腔热灌注化疗 1.5 h(化疗方案:顺铂 120 mg+丝裂霉素 20 mg)。术后均行静脉镇痛,方案为舒芬太尼 100 μ g+昂丹司琼 8 mg+生理盐水配成 100 ml,背景剂量 2 ml/h,单次负荷量 0.5 ml,锁定时间 15 min。

A 组为容量控制通气(volume controlled ventilation, VCV)组, V_T 10 ml/kg, I:E 1:2, FiO_2 50%, RR 12~20 次/分, PEEP 0 cm H_2O ; B 组为 VCV+低 PEEP 组, V_T 6 ml/kg, RR 14~20 次/分, FiO_2 50%, PEEP 5 cm H_2O ; C 组为 VCV+高 PEEP 组, V_T 6 ml/kg, RR 14~20 次/分, FiO_2 50%, PEEP 10 cm H_2O ; 术中调整 RR 维持 $P_{ET}CO_2$ 35~45 mm Hg。

观察指标 记录失血量、手术时间和麻醉时间。于气管插管后 5 min(T_1)、热灌注化疗开始前(T_2)、热灌注化疗结束时(T_3)、气管拔管前(T_4)记录气道峰压(P_{peak})、气道平台压(P_{plat})和平均气道压(P_{mean}),计算动态肺顺应性(C_{dyn}) [$C_{dyn} = V_T / (P_{peak} - PEEP)$]。并取桡动脉血 1 ml,用于血气分析,记录 $PaCO_2$ 、 PaO_2 和动脉血氧饱和度(SaO_2),计算肺功能指标:包括肺泡氧分压(PAO_2) [$PAO_2 = (PB - PH_2O) \times FiO_2 - PaCO_2 / R$]、氧合指数(OI) [$OI = PaO_2 / FiO_2$]、呼吸指数(RI) [$RI = A-aDO_2 / PaO_2 = (PAO_2 - PaO_2) / PaO_2$]、肺泡-动脉血氧分压差($A-aDO_2$) [$A-aDO_2 = (PB - PH_2O) \times FiO_2 - PaCO_2 / R - PaO_2$]及死腔率(V_D/V_T) [$V_D/V_T = (PaCO_2 - P_{ET}CO_2) / PaCO_2$]。PB(大气压)为 760 mm Hg; PH_2O (室温下饱和水蒸气压)为 47 mm Hg, R(呼吸商)为 0.8。

记录术后 7 d 内所有患者肺部并发症的发生情况。包括肺部感染(据中华医学会呼吸学会制定的《医院内获得性支气管-肺部感染诊断标准》判定)^[6]、低氧血症($FiO_2 = 21\%$ 时, $PaO_2 < 60$ mm Hg)、高碳酸血症、肺不张、肺栓塞、肺水肿等。

统计分析 采用 SPSS 19.0 统计学软件进行

分析。正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析,计数资料比较采用 χ^2 检验。不同时间点组内比较采用重复测量数据方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

90 例患者均顺利完成本研究。三组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、失血量、手术时间和麻醉时间差异均无统计学意义(表 1)。

与 A 组比较, $T_1 \sim T_4$ 时 B、C 组 Ppeak 和 Pplat 明显降低, $T_2 \sim T_4$ 时 Pmean 明显降低、 C_{dyn} 明显升高($P < 0.05$)。与 B 组比较, T_3 时 C 组 Ppeak 和 Pplat 明显升高, T_3 、 T_4 时 C_{dyn} 明显降低($P < 0.05$)。与 T_1 时比较, $T_2 \sim T_4$ 时 A、C 组 Ppeak、Pplat 和 Pmean, B 组 Pmean 明显升高($P < 0.05$); T_3 、 T_4 时 B、C 组 C_{dyn} 明显降低($P < 0.05$)(表 2)。

三组患者 PaO₂ 组间组内差异无统计学意义。与 A 组比较,B、C 组 $T_2 \sim T_4$ 时 PaO₂, $T_1 \sim T_4$ 时 OI 和 V_D/V_T 明显升高,而 A-aDO₂ 和 RI 明显降低

($P < 0.05$);与 T_1 时比较, $T_2 \sim T_4$ 时三组 PaO₂ 及 OI 明显降低,A-aDO₂、RI 和 V_D/V_T 明显升高($P < 0.05$)(表 3)。

术后 7 d 内 B、C 组肺部感染、低氧血症和肺不张发生率明显低于 A 组($P < 0.05$)(表 4);两组患者未发生肺栓塞、肺水肿等并发症。肺部感染、低氧血症及肺不张患者经治疗后均恢复。

讨 论

肿瘤切除联合术中持续腹腔热灌注化疗时间较长(5~7 h),机械通气时间亦较长。长时间的开腹探查及热灌注化疗可引起机体呼吸力学及呼吸生理学的显著变化,如热灌注时横膈抬高,胸内压明显增加,加重通气阻力;化疗液吸收进入循环,肺循环血量增加,肺水肿发生的风险增加;化疗液经腹腔吸收积聚于组织间隙(肺间质)中,进一步降低肺顺应性,这些因素都给围术期呼吸管理增加了困难^[7~9]。术中机械通气旨在维持充分的气体交换和组织氧合,同时减少肺损伤的发生,因而选择合理的

表 1 各组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	ASA I / II / III 级 (例)	失血量 (ml)	手术时间 (min)	麻醉时间 (min)
A 组	30	18/12	52.8±9.1	24.8±2.3	15/8/7	506±135	315±95	362±92
B 组	30	21/9	54.1±8.0	25.6±2.1	13/12/5	530±124	326±92	381±95
C 组	30	16/14	53.3±8.5	24.7±2.2	10/16/4	497±126	312±84	387±106

表 2 三组患者不同时点呼吸力学各指标的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Ppeak (cm H ₂ O)	A 组	30	18.7±2.6	20.5±4.3 ^c	25.6±5.1 ^c	23.2±5.0 ^c
	B 组	30	15.4±3.4 ^a	15.9±2.7 ^a	17.1±4.9 ^{ac}	15.9±4.6 ^a
	C 组	30	16.5±2.8 ^a	17.4±3.6 ^{ac}	21.1±4.3 ^{abc}	17.9±3.3 ^{ac}
Pplat (cm H ₂ O)	A 组	30	17.9±2.4	20.0±5.0 ^c	24.5±5.0 ^c	22.1±4.9 ^c
	B 组	30	15.0±2.8 ^a	14.8±2.9 ^a	16.3±4.4 ^{ac}	14.9±4.1 ^a
	C 组	30	16.0±2.6 ^a	16.5±3.9 ^{ac}	19.9±4.1 ^{abc}	16.8±3.1 ^a
Pmean (cm H ₂ O)	A 组	30	8.5±2.0	11.5±3.9 ^c	14.8±4.5 ^c	12.6±3.9 ^c
	B 组	30	6.8±1.8 ^a	8.5±3.0 ^{ac}	10.1±3.5 ^{ac}	8.2±1.9 ^{ac}
	C 组	30	7.7±1.5	9.4±2.2 ^{ac}	11.6±2.8 ^{ac}	9.7±1.5 ^{ac}
C_{dyn} (ml/cm H ₂ O)	A 组	30	38.3±8.3	33.4±12.1 ^c	24.8±7.3 ^c	30.0±6.8 ^c
	B 组	30	42.0±9.2	41.3±7.7 ^a	34.5±8.9 ^{ac}	37.4±8.5 ^{ac}
	C 组	30	40.5±7.6	38.8±10.4 ^a	30.5±9.9 ^{abc}	33.8±6.7 ^{abc}

注:与 A 组比较,^a $P < 0.05$;与 B 组比较,^b $P < 0.05$;与 T_1 比较,^c $P < 0.05$

表 3 三组患者不同时点肺功能指标的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
PaCO ₂ (mm Hg)	A 组	30	40.3 ± 3.8	38.5 ± 3.8	42.9 ± 2.9	40.3 ± 3.2
	B 组	30	40.6 ± 3.0	39.1 ± 3.3	43.2 ± 2.0	41.1 ± 3.0
	C 组	30	39.1 ± 3.5	37.8 ± 3.5	42.1 ± 3.1	39.7 ± 3.4
PaO ₂ (mm Hg)	A 组	30	231.2 ± 13.3	219.3 ± 12.9 ^b	192.8 ± 10.9 ^b	203.1 ± 12.0 ^b
	B 组	30	239.2 ± 17.8	230.9 ± 17.6 ^{ab}	219.8 ± 15.6 ^{ab}	225.8 ± 17.0 ^{ab}
	C 组	30	243.8 ± 19.3 ^a	236.6 ± 18.3 ^{ab}	227.0 ± 19.0 ^{ab}	232.9 ± 17.8 ^{ab}
A-aDO ₂ (mm Hg)	A 组	30	75.0 ± 10.7	89.1 ± 10.4 ^b	110.3 ± 10.0 ^b	103.2 ± 10.0 ^b
	B 组	30	66.6 ± 14.6 ^a	76.9 ± 14.4 ^{ab}	82.8 ± 14.4 ^{ab}	79.5 ± 14.3 ^{ab}
	C 组	30	63.9 ± 15.7 ^a	72.8 ± 15.6 ^{ab}	77.0 ± 15.4 ^{ab}	74.1 ± 15.3 ^{ab}
OI (mm Hg)	A 组	30	462.5 ± 26.7	438.6 ± 25.7 ^b	385.5 ± 21.8 ^b	406.2 ± 23.9 ^b
	B 组	30	478.4 ± 35.5	461.7 ± 35.2 ^{ab}	439.6 ± 31.0 ^{ab}	451.6 ± 34.0 ^{ab}
	C 组	30	487.5 ± 38.5 ^a	473.2 ± 36.6 ^{ab}	454.0 ± 34.1 ^{ab}	465.8 ± 35.6 ^{ab}
RI	A 组	30	0.33 ± 0.07	0.41 ± 0.07 ^b	0.58 ± 0.09 ^b	0.51 ± 0.08 ^b
	B 组	30	0.28 ± 0.08 ^a	0.34 ± 0.09 ^{ab}	0.38 ± 0.09 ^{ab}	0.36 ± 0.09 ^{ab}
	C 组	30	0.27 ± 0.08 ^a	0.31 ± 0.09 ^{ab}	0.35 ± 0.09 ^{ab}	0.33 ± 0.09 ^{ab}
V _D /V _T (%)	A 组	30	16.8 ± 1.6	18.9 ± 2.0 ^b	28.5 ± 5.5 ^b	23.8 ± 4.1 ^b
	B 组	30	14.9 ± 1.1 ^a	16.6 ± 1.5 ^{ab}	20.4 ± 3.1 ^{ab}	17.2 ± 2.1 ^{ab}
	C 组	30	14.3 ± 1.0 ^a	15.8 ± 1.3 ^{ab}	19.7 ± 2.9 ^{ab}	16.7 ± 2.0 ^{ab}

注:与 A 组比较,^a $P < 0.05$;与 T₁ 比较,^b $P < 0.05$

表 4 三组患者术后肺部并发症情况的比较[例(%)]

组别	例数	肺部感染	低氧血症	高碳酸血症	肺不张
A 组	30	6(20.0)	8(26.7)	3(10.0)	3(10.0)
B 组	30	1(3.3) ^a	2(6.7) ^a	0(0)	0(0) ^a
C 组	30	0(0) ^a	2(6.7) ^a	1(3.3)	0(0) ^a

注:与 A 组比较,^a $P < 0.05$

通气模式至关重要。其中小潮气量联合 PEEP 为策略的肺保护性通气模式在 ARDS 等治疗中,能够明显改善氧合、减少肺水肿的发生^[10,11]。因而本课题选择腹膜癌根治联合腹腔热灌注化疗患者,探讨不同 PEEP 模式对患者呼吸力学及肺功能的影响。

本研究选择 Ppeak、Pplat、Pmean 和 C_{dyn} 作为评估呼吸力学的指标。术中 Ppeak ≤ 40 cm H₂O, Ppeak 升高提示气道阻力增加、肺顺应性下降^[12]。Pplat 反映吸气时肺泡压力,术中一般 ≤ 35 cm H₂O, Pplat 过高易致气压伤^[13]。术中 Pmean 5 ~ 15 cm H₂O, 受呼气末正压影响较大,呼气末正压高,气道平均压则高。C_{dyn} 反映一定压力下肺组织

扩张的难易程度,主要取决于肺弹性阻力及肺泡表面张力,即肺动态顺应性,正常成人 C_{dyn} 正常值为 60 ~ 100 ml/cm H₂O。C_{dyn} 高,提示肺动态顺应性较好^[14]。本研究结果显示,三组患者在热灌注化疗期间, Ppeak、Pmean 及 Pplat 均明显升高, C_{dyn} 降低,提示腹腔热灌注化疗期间,胸内压增加导致气道阻力显著增加,肺动态顺应性明显下降,这与杨占民等^[2]研究结果一致。这种动态改变可造成不同程度的肺组织炎症及损伤^[13]。其中组内比较显示, B、C 组 PEEP 期间各时点 Ppeak、Pplat 明显低于 A 组,肺组织动态顺应性明显高于 A 组,表明小潮气量联合 PEEP 能有效改善呼吸力学,减轻热灌注化疗时的机械通气压伤;另外不同 PEEP 模式组间比较提示, 5 cm PEEP 组(低 PEEP 组)气道压力参数更低,肺动态顺应性更好。这与既往研究结果相一致^[2,15],证实小潮气量联合低 PEEP 可有效改善肺顺应性。

本研究同时探讨了不同通气模式对患者肺功能的影响。V_D/V_T 反映肺的通气效率,正常值 20%

~30%, A-aDO₂、OI 及 RI 则反映肺组织的换气功能^[12~14]。其中 OI 正常值为 400~500 mm Hg, <300 mm Hg 提示肺损伤可能; RI 正常值小于 1.0, 增加提示呼吸功能减低, 氧交换困难。与 A 组比较, B、C 组 A-aDO₂、V_D/V_T 及 RI 较小, OI 较高, 显示呼气末正压通气更有助于该类患者热灌注化疗期间的气体交换, 减少无效腔通气。而肺功能各指标 B、C 组间比较无明显差异, 提示 PEEP 5 cm H₂O 和 10 cm H₂O 对热灌注化疗期间肺功能的影响无明显差异。在随访期间, A 组患者发生肺部感染、低氧血症、肺不张的比例较高, B、C 组组间比较无显著性差异, 显示术中行小潮气量联合 PEEP 能降低术后肺部相关并发症的发生, 保护肺功能。这与邱晓东和林高翔等的研究结果存在一定差异^[14,15]。林高翔等^[15]研究显示, 与低 PEEP 组患者比较, 高 PEEP 组患者炎症反应更为明显, 氧合指数降低; 而本研究中高 PEEP 组与低 PEEP 组肺氧合功能无差异。考虑与手术方式、研究对象选择有关, 与林高翔等^[15]研究比较(年龄 60~85 岁), 本研究患者年龄为 40~70 岁, 肺组织顺应性更好, 故结果存在一定差异。

本研究对象为择期行腹膜癌根治联合腹腔热灌注化疗患者。与其他外科手术比较, 术中腹腔热灌注化疗可明显影响机体的呼吸生理及液体分布, 具有一定的特殊性。因而探讨不同通气模式对热灌注化疗患者呼吸力学及肺功能的影响具有一定的临床指导意义。综合研究结果显示, 小潮气量通气能减低气道压力, 改善肺组织顺应性, 减少气压伤发生; 低水平 PEEP 则有效改善肺通气效率及换气功能, 减少无效腔通气, 改善围术期患者肺功能。

本研究仍存在一些不足: 因手术特殊性, 样本量的选择存在一定的局限性, 有待于更大样本量的设计; 其他通气管理方式, 如压力控制模式、肺复张策略等对该类手术的影响仍有待于明确; 机械通气模式对肺循环、血管外肺水和肺泡通透性的影响需进一步的研究探讨。

综上所述, 小潮气量(6 ml/kg)联合 PEEP(5 cm H₂O)通气可以显著改善腹膜癌患者术中热灌注期间肺的通气及换气功能, 降低围术期肺部并发症的发生风险。

参 考 文 献

[1] Topgül K, Çetinkaya MB, Çigdem Arslan N, et al. Cytore-

- ductive surgery (SRC) and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC) for treatment of peritoneal carcinomatosis: our initial experience and technical details. *Ulus Cerrahi Derg*, 2015, 31(3): 138-147.
- [2] 杨占民, 郑翔丽, 梁汉生, 等. 术中腹腔内持续热灌注化疗术对腹腔假黏液瘤患者围术期呼吸力学、血流动力学及生化代谢的影响. *北京医学*, 2014, 36(8): 639-642.
- [3] Yoshida T, Takegawa R, Ogura H. Ventilatory strategy for ARDS. *Nihon Rinsho*, 2016, 74(2): 279-284.
- [4] Bein T, Grasso S, Moerer O, et al. The standard of care of patients with ARDS: ventilatory settings and rescue therapies for refractory hypoxemia. *Intensive Care Med*, 2016, 42(5): 699-711.
- [5] 刘鹏飞, 赵斌江, 李天佐, 等. 目标导向液体治疗对腹腔热灌注化疗患者机体氧供需平衡及组织灌注的影响. *临床麻醉学杂志*, 2016, 32(6): 576-580.
- [6] 刘琳, 张湘燕. 加拿大成人医院获得性肺炎和呼吸机相关性肺炎临床诊治指南要点和解读. *临床内科杂志*, 2016, 33(1): 71-72.
- [7] Arakelian E, Torkzad MR, Bergman A, et al. Pulmonary influences on early post-operative recovery in patients after cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy treatment: a retrospective study. *World J Surg Oncol*, 2012, 10: 258.
- [8] Helm JH, Miura JT, Glenn JA, et al. Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy for malignant peritoneal mesothelioma: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22(5): 1686-1693.
- [9] López-López V, Cascales-Campos PA, Schneider MA, et al. Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC) in elderly patients. A systematic literature review. *Surg Oncol*, 2016, 25(4): 378-384.
- [10] Wang C, Wang X, Chi C, et al. Lung ventilation strategies for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis. *Sci Rep*, 2016, 9(6): 22855.
- [11] Minhas JS, Halligan K, Dargin JM. Independent lung ventilation in the management of ARDS and bronchopleural fistula. *Heart Lung*, 2016, 45(3): 258-260.
- [12] 江飞, 金孝炬, 刘灿, 等. 压力控制容量保证通气模式对全麻患者呼吸力学的影响. *临床麻醉学杂志*, 2014, 30(4): 377-379.
- [13] 蒋维维, 钟玮, 李云, 等. 呼气末正压对保护性通气下泌尿外科后腹腔镜手术患者术中肺功能的影响. *中华麻醉学杂志*, 2016, 36(3): 277-280.
- [14] 邱晓东, 周晶, 叶卉, 等. 术中肺保护性通气策略对开腹手术老年患者术后肺部并发症的影响. *临床麻醉学杂志*, 2016, 32(1): 28-32.
- [15] 林高翔, 刘冠锦, 庞宏宣, 等. 不同通气模式对腹腔肿瘤根治术老年患者围术期炎症反应的影响. *中华麻醉学杂志*, 2011, 31(12): 1465-1468.

(收稿日期: 2016-09-22)