

预先肺复张策略结合肺保护通气对老年患者腹腔镜手术中动脉血氧合作用及呼吸力学的影响

钟 媛 李新白 耿 娜 韩 伟

摘 要 **目的** 探讨在老年患者行腹腔镜胃癌根治手术中,预先肺复张策略结合肺保护通气对动脉血氧合作用及呼吸力学的影响。**方法** 选取择期行腹腔镜下胃癌根治术的患者 80 例,患者年龄 65 ~ 79 岁,ASA 分级 I ~ III 级。分为 4 组($n = 20$), 8ml/kg 潮气量组(H 组),8ml/kg 潮气量结合预先肺复张策略组(H-ARS 组),6ml/kg 潮气量结合 5cmH₂O 的呼气末正压组(L 组),以及 6ml/kg 潮气量加 5cmH₂O 的呼气末正压结合预先肺复张策略组(L-ARS 组)。测定插管后 10min(T_0)、ARS 后 10min(T_1)、气腹后 10min(T_2)、气腹后 30min(T_3)、气腹结束后 10min(T_4)的呼气末 CO₂ 分压($P_{ET}CO_2$)、气道峰压(P_{peak})、平均气道压(P_{mean}),并计算肺动态顺应性(C_{dyn})。分别各时点抽取动脉血监测血气,并根据动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血 CO₂ 分压(PaCO₂)、吸入氧浓度(FiO₂)等计算氧合指数、呼吸指数、肺泡动脉血氧分压差(A-aDO₂)。**结果** H-ARS 组与 H 组比较,L-ARS 组与 L 组比较,氧合指数均较高($P < 0.05$)。H-ARS 组的氧合指数最高。H 组与 L-ARS 组的氧合指数相近,而且都显著高于 L 组。H-ARS 组的气道平台压显著高于 L-ARS 组($P < 0.05$)。**结论** 预先肺复张策略可以提高患者腹腔镜手术中的动脉血氧合作用,预先肺复张策略结合肺保护通气可以改善肺泡动态顺应性、减少高潮气量引起的肺损伤。

关键词 腹腔镜 老年患者 预先肺复张策略 潮气量 呼气末正压

中图分类号 R614.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2016.04.036

Effects of a Preemptive Alveolar Recruitment Strategy Combined with Lung Protective Ventilation on Arterial Oxygenation and Breathing Mechanics During Laparoscopic Surgery in Elderly Patients with Different Tidal Volumes. Zhong Yuan, Li Xinbai, Geng Na, et al. Department of Anesthesiology, The First Hospital of Jilin University, Jilin 130021, China

Abstract Objective To investigate the effect of a preemptive alveolar recruitment strategy combined with lung protective ventilation on arterial oxygenation and breathing mechanics during selective laparoscopy-assisted radical gastrectomy in elderly patients. **Methods** In total, 80 ASA I to III patients undergoing selective laparoscopy-assisted radical gastrectomy for gastric cancer, aged 65 ~ 79 yr, were randomized into four groups comprising 20 patients each: those administered a 8 ml/kg tidal volume with or without preemptive ARS (Group H and Group H-ARS, respectively) and those administered a 6 ml/kg tidal volume and a 5cmH₂O PEEP (positive end expiratory pressure) with or without preemptive ARS (Group L and Group L-ARS, respectively). $P_{ET}CO_2$, P_{peak}, P_{mean}, and calculate the C_{dyn}, arterial blood gas at 10min after intubation (T_0), 10min after ARS (T_1), 10min after the began of pneumoperitoneum (T_2), 30 min after the began of pneumoperitoneum (T_3), 10 min after the end of pneumoperitoneum (T_4) were measured respectively, and according to the PaO₂, PaCO₂ and FiO₂ oxygenation index, respiratory index, A-aDO₂ were calculated. **Results** Preemptive ARS significantly improved the PaO₂/FiO₂ ratio compared to the groups that did not receive ARS ($P < 0.05$). The H-ARS group showed a highest PaO₂/FiO₂ ratio during selective laparoscopy-assisted radical gastrectomy, the L-ARS and H groups showed similarly improved arterial oxygenation, which was significantly higher than in group L ($P < 0.05$). The plateau airway pressure in group H-ARS was significantly higher than in group L-ARS ($P < 0.05$). **Conclusion** Preemptive ARS can improve arterial oxygenation during selective laparoscopy-assisted radical gastrectomy. Furthermore, a 6 ml/kg tidal volume combined with 5 cmH₂O PEEP after preemptive ARS may reduce the risk of pulmonary injury caused by high tidal volume during selective laparoscopy-assisted radical gastrectomy.

Key words Selective laparoscopy-assisted radical gastrectomy; Gerontal patients; Preemptive alveolar recruitment; Tidal volume; PEEP

老年患者在接受腹腔镜手术时,气腹期间发生肺

损伤、肺不张及氧合下降值得关注。本研究对比了老年患者行腹腔镜胃癌根治手术中,预先肺复张与肺保护通气分别对动脉血氧合作用及呼吸力学的影响^[1,2]。

作者单位:130021 长春,吉林大学白求恩第一医院麻醉科

通讯作者:韩伟,电子信箱:zhongyuan0906@126.com

对象与方法

1. 研究对象:本研究经笔者医院伦理委员会批准,符合医学伦理学标准,并与患者或家属签署了知情同意书。收集笔者医院 2013 年 12 月~2015 年 5 月,择期行腹腔镜下胃癌根治术的患者 80 例,患者年龄 65~79 岁,ASA 分级 I~Ⅲ级,第 1 秒用力呼气量/用力呼气量>80%。排除标准:肺部手术史、慢性阻塞性肺疾病、肺大疱、急慢性失代偿性心脏病、心律失常、肥胖(BMI>30kg/m²)^[3-6]。将患者分为 4 组($n=20$),8ml/kg 潮气量组(H 组),8ml/kg 潮气量结合预先肺复张策略组(H-ARS 组),6ml/kg 潮气量结合 5cmH₂O 的呼气末正压组(L 组),以及 6ml/kg 潮气量加 5cmH₂O 的呼气末正压结合肺复张策略组(L-ARS 组)。

2. 方法:所有患者均未用术前药,入室后开放外周静脉通路,静脉输注醋酸钠林格液 8~10ml/(kg·h),常规监测心电图(ECG)、血压(BP)、脉搏血氧饱和度(SpO₂),应用麻醉深度监测仪(Narcotrend)监测麻醉深度状态(NTS),局部麻醉后在患者左侧桡动脉进行动脉穿刺并置管测量动脉血压^[7]。麻醉诱导使用咪达唑仑 0.05mg/kg,芬太尼 3μg/kg、丙泊酚 2mg/kg,顺式阿曲库铵 0.15mg/kg 行气管插管^[8]。术中持续泵入丙泊酚 5~7mg/(kg·h),瑞芬太尼 6~8μg/(kg·h),顺式阿曲库铵 0.06~0.12mg/(kg·h),应用麻醉深度监测仪监测麻醉深度状态维持于 D₂~E₁ 水平^[9]。于测定插管后 5min(T₀)、ARS 后 5min(T₁)、气腹后 10min(T₂)、气腹后 30min(T₃)、气腹结束后 10min(T₄)的呼气末 CO₂分压(P_{ET}CO₂)、气道峰压(P_{peak})、平均气道压(P_{mean}),并计算肺动态顺应性(C_{dyn})。分别各时点抽取动脉血监测血气,并根据动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血 CO₂分压(PaCO₂)、吸入氧浓度(FiO₂)等计算氧合指数、呼吸指数、肺泡动脉血氧分压差(A-aDO₂)。80 例患者随机分为 4 组($n=20$),H 组的潮气量为 8ml/kg,H-ARS 组在预先肺复张后的潮气量为 8ml/kg,L 组的潮

气量为 6ml/kg 并给予 5cmH₂O PEEP,L-ARS 组在预先肺复张后的潮气量为 6ml/kg 并给予 5cmH₂O PEEP。预先肺复张策略:在人工二氧化碳气腹开始前,H-ARS 组与 L-ARS 组可以在压力控制模式下进行预先肺复张策略,可以调节驱动压维持潮气量与容量控制模式状态下相同,在 3min 的平衡后,维持驱动压并增加 PEEP,每分钟上升 5cmH₂O 直至 15cmH₂O,最后使驱动压达到 40cmH₂O,气腹开始前在这种预先复张压力下呼吸至少 10 次(呼吸频率为 10 次/分)。然后按制定的方案在容量控制模式下调整潮气量和呼气末正压。低氧血症定义:气腹后动脉血氧饱和度<90%^[10]。如果出现低氧血症,即刻纠正,该患者被排除实验。

3. 统计学方法:采用 SPSS 15.0 统计软件进行分析,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,等级资料比较采用秩和检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

4 组患者人口统计学数据及术前情况相似,差异无统计学意义($P>0.05$,表 1)。

表 1 四组患者一般情况各指标的比较 ($n=20, \bar{x} \pm s$)				
组别	H 组	H-ARS 组	L 组	L-ARS 组
年龄(岁)	69±7	67±11	71±12	73±5
性别(男性/女性)	11/9	12/8	9/11	10/10
体重(kg)	65±9	63±7	69±10	70±10
ASA I~Ⅱ/Ⅲ	13/7	11/9	15/5	12/8

各时点各组血流动力学平稳,组间比较差异无统计学意义($P>0.05$,表 2)。在 L-ARS 组的气道峰压和平台压都是最低的;在 T₃ 时刻 H 组的气道峰压则显著高于 H-ARS、L-ARS 组;在 T₁ 和 T₃ 时刻,L 组、L-ARS 组的气道平台压显著低于 H 组和 H-ARS 组(表 3)。

表 2 4 组患者各时点血流动力学指标的变化 ($n=20, \bar{x} \pm s$)

组别	MAP(mmHg)				HR(r/min)				SpO ₂ (%)			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
H 组	103±12	89±10	95±15	92±13	89±10	73±11	93±13	82±15	99.3±0.7	99.2±0.5	98.3±1.5	99.3±0.7
H-ARS 组	96±13	83±10	94±15	93±11	83±12	70±14	85±11	80±15	98.3±1.6	99.3±0.7	97.9±1.7	99.1±0.9
L 组	101±10	87±14	90±13	92±12	85±11	76±13	82±11	78±12	99.2±0.8	99.3±0.5	98.5±1.2	99.3±0.7
L-ARS 组	98±15	90±13	91±15	89±11	91±10	78±12	82±13	79±11	99.6±0.4	99.5±0.3	98.9±0.9	99.5±0.5

T₀. 插管后 10min;T₁. ARS 后 10min;T₂. 气腹后 10min;T₃. 气腹后 30min;T₄. 气腹结束后 10min

表 3 4 组患者各时点呼吸力学指标的变化 (n=20, $\bar{x} \pm s$)

指标	组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
P _{peak} (cmH ₂ O)	H 组	15.76 ± 1.95	21.27 ± 1.49	26.67 ± 1.92	29.53 ± 1.58 *	16.33 ± 1.59
	H - ARS 组	15.80 ± 2.04	20.90 ± 1.86	28.20 ± 1.97	28.03 ± 1.24	16.53 ± 1.25
	L 组	15.73 ± 2.05	17.53 ± 2.07 *	26.60 ± 1.18	26.27 ± 1.71	16.18 ± 1.72
	L - ARS 组	15.02 ± 2.01	17.26 ± 1.92 *	26.01 ± 1.88	26.19 ± 1.61	16.09 ± 1.62
P _{mean} (cmH ₂ O)	H 组	5.33 ± 0.81	7.40 ± 0.82	8.40 ± 3.91	9.28 ± 0.88	6.27 ± 0.89
	H - ARS 组	5.20 ± 1.01	6.13 ± 0.91	8.07 ± 0.80	8.23 ± 0.74	7.24 ± 0.75
	L 组	5.00 ± 0.93	5.07 ± 0.88	7.47 ± 1.06	7.62 ± 0.63	5.60 ± 0.64
	L - ARS 组	5.28 ± 0.98	6.25 ± 0.92	8.36 ± 1.24	8.67 ± 0.76	6.69 ± 0.77
C _{dyn} (ml/cmH ₂ O)	H 组	33.03 ± 3.66	31.83 ± 4.27	21.96 ± 2.51	20.58 ± 5.53	29.59 ± 5.54
	H - ARS 组	33.11 ± 3.73	29.79 ± 5.76	20.33 ± 3.17	20.15 ± 8.36	29.17 ± 8.37
	L 组	32.92 ± 3.25	32.08 ± 3.54	21.81 ± 2.24	20.63 ± 4.24	31.66 ± 4.25
	L - ARS 组	33.05 ± 3.42	31.59 ± 4.16	21.90 ± 2.33	20.70 ± 5.56	31.71 ± 5.57

T₀. 插管后 10min; T₁. ARS 后 10min; T₂. 气腹后 10min; T₃. 气腹后 30min; T₄. 气腹结束后 10min; * P < 0.05

在开始气腹后,所有组的氧合指数与预先肺复张后相比均降低了,但降低的幅度并不明显;H - ARS 组的氧合指数在 T₂ 和 T₃ 时高于 H 组、L 组和 L - ARS 组,L 组和 L - ARS 组的氧合指数在 T₁ 时明显

低于 H 组和 H - ARS 组;L 组和 L - ARS 组的氧合指数在每一个时间点都明显低于 H - ARS 组。L - ARS 组的氧合指数与 H 组相似,但在 T₃ 时明显高于 H 组,在气腹期间任一组都没有发生低氧血症(表 4)。

表 4 4 组患者各时点肺氧合功能指标的变化 (n=20, $\bar{x} \pm s$)

指标	组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
PaO ₂ (mmHg)	H 组	216.60 ± 66.28	523.40 ± 91.31	480.67 ± 79.52	462.58 ± 3.74	478.58 ± 3.74
	H - ARS 组	217.78 ± 65.79	525.89 ± 92.62	486.24 ± 79.03	467.70 ± 3.72	480.72 ± 3.67
	L 组	213.43 ± 65.30	514.90 ± 91.33	478.61 ± 78.93	460.78 ± 3.51	475.78 ± 3.13
	L - ARS 组	216.64 ± 66.31	523.47 ± 91.34	478.97 ± 79.55	461.28 ± 3.77	478.38 ± 3.77
PaCO ₂ (mmHg)	H 组	35.23 ± 3.65	38.38 ± 3.42	42.45 ± 4.37	44.73 ± 3.22	38.34 ± 2.67
	H - ARS 组	33.94 ± 2.97	37.72 ± 3.23	46.15 ± 4.38	48.20 ± 3.23	37.55 ± 2.38
	L 组	36.21 ± 3.46	39.37 ± 3.44	44.07 ± 4.75	45.73 ± 3.74	39.75 ± 2.19
	L - ARS 组	35.79 ± 3.76	38.80 ± 3.25	42.92 ± 4.40	44.02 ± 3.35	37.78 ± 2.80
A - aDO ₂ (mmHg)	H 组	105.67 ± 36.88	141.60 ± 92.92	138.77 ± 80.92	130.23 ± 4.18	145.59 ± 5.54
	H - ARS 组	106.97 ± 37.89	142.66 ± 100.44	153.87 ± 95.20	138.07 ± 4.39	149.28 ± 5.75
	L 组	104.44 ± 38.76	138.17 ± 61.15	131.38 ± 66.03	129.23 ± 4.80	138.97 ± 5.06
	L - ARS 组	105.60 ± 36.91	141.79 ± 92.95	138.99 ± 80.95	131.23 ± 4.41	145.93 ± 5.37
氧合指数	H 组	216.60 ± 66.28	523.40 ± 91.31	480.67 ± 79.52	462.58 ± 3.74	478.58 ± 3.74
	H - ARS 组	217.78 ± 65.79	525.89 ± 92.62	486.24 ± 79.03 *	467.70 ± 3.72 *	480.72 ± 3.67
	L 组	199.43 ± 65.30 *	514.90 ± 91.33	478.61 ± 78.93	460.78 ± 3.51	475.78 ± 3.13
	L - ARS 组	201.64 ± 66.31 *	523.47 ± 91.34	478.97 ± 79.55	481.28 ± 3.77 *	478.38 ± 3.77
	H 组	0.31 ± 0.19	0.32 ± 0.27	0.28 ± 0.21	0.30 ± 0.36	0.33 ± 0.37
	H - ARS 组	0.34 ± 0.30	0.33 ± 0.32	0.35 ± 0.31	0.33 ± 0.36	0.35 ± 0.37
	L 组	0.30 ± 0.20	0.28 ± 0.16	0.27 ± 0.17	0.27 ± 0.29	0.29 ± 0.30
	L - ARS 组	0.31 ± 0.19	0.32 ± 0.27	0.28 ± 0.25	0.31 ± 0.27	0.33 ± 0.28

T₀. 插管后 10min; T₁. ARS 后 10min; T₂. 气腹后 10min; T₃. 气腹后 30min; T₄. 气腹结束后 10min; * P < 0.05

讨 论

随着医学科学技术的发展,腹腔镜技术以其创伤小、胃肠功能恢复快、术后疼痛轻、对机体免疫功能影响小、住院时间短等优势在胃癌的治疗中得到快速推广与应用。但腹腔镜手术中 CO₂ 气腹的建立,使腹内压增高,引起膈肌上移,加上腹腔内脏器的推压,导

致膈肌上移固定且运动受限,胸廓扩张受限,肺容量减少,功能残气量下降,肺顺应性下降,气道压力显著增加,影响通气功能,导致肺不张和低氧血症的发生^[11,12]。此外,气腹通过干扰肺内气体分流和通气/血流比例而影响机体氧合。一般情况下,肺顺应性和气道阻力决定了肺内的气体分布是否均匀,顺应性越

高或气道阻力越低则气体的分布越均匀。气腹时腹内压增高,肺底部发生的微小肺不张,使气体主要分布于血流较少的上肺,从而造成通气/血流比例失调。而且,腹膜对 CO_2 的吸收导致体内 CO_2 水平急剧改变。腹腔首次充入 CO_2 后, CO_2 经腹膜吸收入血,吸收率 30min 达 70ml/min,30 ~ 70min 达 90ml/min,受 CO_2 分压差、弥散性能、与腹膜接触面积和腹膜血流灌注等因素影响^[13]。绝大部分 CO_2 溶解和存储在血液里, PaCO_2 进行性升高,在建立气腹后 15 ~ 30min 达到高峰并维持下去。

老年患者随着年龄的增加,生理功能不断衰退,手术的耐受力要远低于年轻人,全身麻醉下老年患者常合并呼吸功能减退,易发生肺不张、高碳酸血症、气压伤及低氧血症等并发症,因此手术风险较大。因此老年患者腹腔镜手术中,需要选择对肺功能影响小、减少肺不张、保证术中氧合的通气模式。另一方面,传统的机械通气常采用 8 ~ 12ml/kg 的潮气量,以维持接近正常的 PaO_2 和 PaCO_2 。然而多项研究表明,大 VT 和高 Ppeak、高 Pmean 是引起机械通气性肺损伤的主要危险因素。因此,如何在老年全身麻醉患者腹腔镜手术中选择通气模式,要做到同时避免肺不张及肺损伤的发生。

本研究中 H-ARS 组与 L-ARS 组的肺复张策略均为预先的肺复张策略,即在气腹造成肺不张之前预先进行肺复张,使肺泡打开,Unzueta 等^[14]的报道显示在采用预先肺复张策略患者的 PaO_2 在气腹结束后 40min 仍旧有效。尽管 H-ARS 组在气腹期间的氧合指数最高,L-ARS 组和 H 组也能提高氧合指数,而且两组氧合指数相似,并明显高于 L 组。结果表明使用预先肺复张策略可以有效的减低术中气腹压力的升高等原因导致低氧合情况的风险。另外,气腹开始 30min 后,预先肺复张策略显著地提高了肺顺应性,H-ARS 组的气道峰压与 L-ARS 组相比较没有显著差别,而 H-ARS 组的气道平台压要明显高于 L-ARS 组。L 组和 L-ARS 组的气道平台压在个时间点均明显低于 H 组和 H-ARS 组,提示低潮气量通气可以预防机械性的肺损伤。这与宋秀梅等^[15]在对全身麻醉手术患者进行低潮气量的机械通气后发现,可有效增加氧合指数、肺顺应性及降低动脉与呼气末 CO_2 ,有效防止全身麻醉手术的肺损伤发生结果相一致。此外,低潮气量联合了 5cmH₂O 的 PEEP,使得气腹期间持续给予肺泡呼气末正压,那么使用预先肺复张策略打开的肺泡也处于持续打开的状态,减少

动静脉分流,提升氧合指数,降低动脉血液 PaCO_2 浓度,使患者的 $\text{D(a-e)}\text{CO}_2$ 水平显著降低、氧合指数显著增加,肺顺应性明显增强。

本研究表明,预先肺复张策略在气腹前将肺泡打开,提高氧合,在气腹压力升高等原因造成肺不张及氧合作用下降之前加以干预预防,在气腹期间为保证氧合且降低肺损伤风险,使用肺保护通气,即预先肺复张策略与肺保护通气联合应用可以较好的改善老年全身麻醉患者腹腔镜手术中的动脉血氧合作用并同时降低肺不张与肺损伤的风险。

参考文献

- Jung JD, Kim SH, Yu BS, *et al.* Effects of a preemptive alveolar recruitment strategy on arterial oxygenation during one-lung ventilation with different tidal volumes in patients with normal pulmonary function test[J]. Korean J Anesthesiol, 2014, 8, 67(2): 96-102
- 陈建丽,李爽,靳蓉,等.小潮气量肺保护通气策略在急性低氧性呼吸衰竭中的应用[J].实用儿科临床杂志,2012,27(6): 436-439
- 肖赛松,王刚,陈婷婷,等.传统通气模式与小潮气量或低频通气模式用于正常肺功能患者的比较[J].临床麻醉学杂志,2012,28(9): 841-843
- 冯梅,蒋宗滨,冼海燕,等.肥胖老年患者二氧化碳气腹中肺换气功能的变换和保护[J].临床麻醉学杂志,2009,25(3): 271-273
- 秦培娟,殷积慧,王桂娥,等.小潮气量加低水平呼气末正压通气对腹腔镜手术患者呼吸力学及肺氧合功能的影响[J].中国微创外科杂志,2011,11(3): 210-219
- 梁金华,林红,陈伟志,等.肺复张策略复合呼气末正压通气对腹腔镜手术患者呼吸状况的改善作用[J].国际医药卫生导报,2014,20(12): 1671-1673
- 王俊华.醋酸钠林格注射液用于 108 例手术患者的液体治疗有效性评[J].China Pharmaceuticals,2015,24(6): 31-32
- 吴健,王珊娟,杭燕南,等.老年和青壮年病人异丙酚全麻诱导的药代动力学比较[J].中华麻醉学杂志,2002,22(11): 645-649
- 李仁虎,李家宽,郑立东,等. Narcotrend 监测在老年患者全身麻醉中的应用[J].临床麻醉学杂志,2013,29(10): 968-970
- 徐丰瀛,石学银.允许性低氧血症理论与实践研究进展[J].国际麻醉学与复苏杂志,2014,35(10): 928-931
- Ricer C, Esmaoglu A, Akin A, *et al.* Dexmedetomidine and meperidine prevent postanesthetic shivering[J]. Eur J Anaesthesiol, 2006, 23(2): 149-153
- 冯继峰.腹腔镜手术二氧化碳气腹的生理效应和肺功能保护的研究进展[J].中国临床新医学,2011,04(4): 387-390
- 艾登斌.简明麻醉学[M].北京:人民卫生出版社,2003:267-290
- Unzueta C, Tusman G, Suarez - Sipmann F, *et al.* Alveolar recruitment improves ventilation during thoracic surgery: a randomized controlled trial[J]. Br J Anaesth. 2012, 108(3): 517-524
- 宋秀梅,王月兰,刘洋.老年人腹腔镜手术的麻醉体会[J].中国医药指南,2012,10(29): 541-542

(收稿日期:2015-10-03)

(修回日期:2015-10-20)