DOI:10.16016/j.1000-5404.201606127

单肺或双肺通气对人工气胸下行胸腹腔镜食管癌根治术患者肺内分流率及氧合的影响

刘梦琥,余 潇,熊章荣,庞倩芸 (400030 重庆,重庆市肿瘤研究所麻醉科)

[**摘要**] **目的** 观察单肺或双肺通气对人工气胸下行胸腹镜食管癌根治术患者肺内分流率和氧合的影响。**方法** 筛选2015年1-12月我院胸外科60例人工气胸下行胸腹镜食管癌根治术患者,采用随机数字表法分为单肺通气组[O组,$n=30$,男性26例,女性4例,年龄48~73(60±13)岁,体质量48~73 kg]和双肺通气组[T组,$n=30$,男性24例,女性6例,年龄44~74(58±16)岁,体质量50~71 kg]。2组均行双腔支气管插管,在术前(T1),人工气胸20(T2)、40(T3)、60 min(T4)及术毕(T5)采集桡动脉血和右心房血进行血气分析,计算肺内分流率(intrapulmonary shunt fraction,Qs/Qt)及氧合指数(PaO_2/FiO_2)。同时监测、对比血流动力学指标,术中肺萎陷质量。**结果** 人工气胸期间(T2~T4):2组Qs/Qt较T1时明显增高($P<0.05$),PaO_2/FiO_2较T1明显降低($P<0.05$),$PaCO_2$明显升高($P<0.05$)。组间比较:T2~T4时T组Qs/Qt[(27.5±8.2)%、(28.9±7.8)%、(26.6±6.4)%]较O组[(33.8±7.5)%、(39.4±8.6)%、(36.1±7.1)%]明显降低($P<0.05$),PaO_2、PaO_2/FiO_2[(202±53)、(215±46)、(223±47)mmHg]较O组[(161±40)、(149±54)、(157±39)mmHg]升高($P<0.05$),$PaCO_2$差异无统计学意义($P>0.05$)。O组肺萎陷质量较T组好($P<0.05$)。**结论** 双肺通气较单肺通气对人工气胸下胸腹腔镜食管癌根治术患者肺内分流影响较小,氧合更好。

[**关键词**] 单肺或双肺通气;人工气胸;胸腹腔镜;肺内分流率;氧合指数
[**中图法分类号**] R561.4;R614.1;R735.1 [**文献标志码**] A

Effect of single versus double lung ventilation on intrapulmonary shunt fraction and oxygenation in patients under artificial pneumothorax after thoraco-laparoscopic esophagectomy

Liu Mengxiao, Yu Xiao, Xiong Zhangrong, Pang Qianyun (Department of Anesthesiology, Chongqing Cancer Research Institute, Chongqing, 400030, China)

[**Abstract**] **Objective** To observe the effects of single or double lung ventilation on intrapulmonary shunt fraction and oxygenation in esophageal cancer patients treated with thoraco-laparoscopic esophagectomy under artificial pneumothorax. **Methods** Sixty esophageal cancer patients who underwent thoraco-laparoscopic esophagectomy under artificial pneumothorax in the department of thoracic surgery of our hospital from January to December 2015 were randomly divided into single (O) and double (T) groups, with each group of 30 cases. The O group (26 males and 4 females) aged from 48 to 73 years (mean 60±13 years), and weighted 48~73 kg. The T group (24 males and 6 females) were 44~74 years old (mean 58±16 years), with a weight ranging from 50 to 71 kg. All the patients were anesthetized by double lumen endotracheal intubation. Blood gas analysis was measured from radial artery blood and right atrium blood before operation (T1), in 20 min (T2), 40 min (T3) and 60 min (T4) under the procedure of artificial pneumothorax, and at the end of operation (T5). The intrapulmonary shunt fraction (Qs/Qt) and oxygenation index (PaO_2/FiO_2) were calculated. The hemodynamic parameters and quality of lung collapse were recorded. **Results** The blood gas analysis showed that in both groups, Qs/Qt and $PaCO_2$ were significantly increased ($P<0.05$) and PaO_2/FiO_2 were significantly decreased ($P<0.05$) in the artificial pneumothorax T2~T4

[**基金项目**] 重庆市卫生局医学科学技术研究基金资助面上项目(2011-2-361)
[**通信作者**] 熊章荣,E-mail:cqxzr0118@163.com
[**优先出版**] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20160901.0854.009.html

compared with in T1. No significant difference of Qs/Qt, PaO_2, PaO_2/FiO_2 and $PaCO_2$ was found between the 2 groups at T1 and T5 ($P>0.05$). At T2, T3, and T4, Qs/Qt values for T group were 27.5±8.2, 28.9±7.8 and 26.6±6.4, which were significantly lower than the corresponding Qs/Qt values (33.8±7.5, 39.4±8.6 and 36.1±7.1) in O group ($P<0.05$). Also, PaO_2 and PaO_2/FiO_2 at T2, T3 and T4 were significantly higher in the T group (202±53, 215±46, 223±47) compared with in the O group (161±40, 149±54, 157±39) ($P<0.05$). $PaCO_2$ were not significantly different between 2 groups ($P>0.05$). In addition, a significant better quality of lung collapse was observed in the O group compared with the T group ($P<0.05$). **Conclusion** Double lung ventilation has less impact on intrapulmonary shunt fraction and better oxygenation than single lung ventilation in the treatment of esophageal cancer patients with thoracolaparoscopic esophagectomy under artificial pneumothorax.

[**Key words**] single or double lung ventilation; artificial pneumothorax; thoracoscopy and laparoscopy; intrapulmonary shunt fraction; oxygenation index

Supported by the General Program of Medical Science and Technology Research Foundation of Chongqing Municipal Health Bureau (2011-2-361). Corresponding author: Xiong Zhangrong, E-mail: cqxzr0118@163.com

胸腹腔镜食管癌根治术因创伤小、并发症少、远期效果好等优点在临床应用越来越广泛[1]。食管癌手术过程相对复杂,胸腹腔镜手术需要更好地暴露术野。人工气胸能让术野暴露更充分,且对呼吸影响小,因而受到胸外科医生的认可[2-3]。但人工气胸期间双肺受持续注入的二氧化碳压力的作用,肺顺应性下降,通气/血流比例失调,易发生低氧血症和高碳酸血症,术中采用单腔管或双腔管各有优劣[4-6]。然而,当手术难度大,预计出血量多,可能需中转开胸时,双腔管有着单腔管不能比拟的优势[7-8]。双肺通气术野暴露不够充分时,转换为单肺通气可很好暴露视野,从而减少手术时间。目前,人工气胸下胸腹腔镜食管癌根治术应用双腔气管插管行单肺或是双肺通气尚缺乏相关研究,因此本研究选择此类患者,比较单肺通气和双肺通气对肺内分流率、动脉氧合及视野暴露的影响,为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究经医院伦理委员会通过,患者知情同意。选取2015年1-12月行胸腹镜下食管癌根治手术患者60例,采用随机数字表法将患者分为单肺通气组[O组,$n=30$,男性26例,女性4例,年龄48~73(60±13)岁,体质量48~73 kg]和双肺通气组[T组,$n=30$,男性24例,女性6例,年龄44~74(58±16)岁,体质量50~71 kg]。ASA分级为Ⅱ~Ⅲ级,将术前合并免疫疾病、接受放化疗、术中出现意外情况的患者排除在外。2组患者一般资料差异无统计学意义($P>0.05$,表1)。

1.2 麻醉方法

1.2.1 麻醉诱导 患者进入手术室后建立静脉输液通路,常规监测心电图、血压、心率和静脉血氧饱和度(SpO_2)。局麻下行右侧颈内静脉穿刺置管,深静脉导管放置深度20 cm尽可能达到右心房,术毕退出深静脉导管深度为13 cm。行桡动脉穿刺置管并测压。于额颞部放置脑电双频指数(bispectral index, BIS)电极行麻醉深度监测。高流量面罩吸氧5 min后开始麻醉诱导。两组诱导均采用静脉注射:咪达唑仑0.04 mg/kg,舒芬太尼0.03 μg/kg,丙泊酚血浆靶浓度4 μg/mL,罗库溴铵0.6 mg/kg,肌松充分后行35 F或37 F左双腔支气管导管插管,接麻醉机行机械通气,同时用纤支镜调整双腔导管位置并固定。两组患者体位:人工气胸行胸腔游离食管为90°左侧卧位,人工气腹行腹腔操作为平卧位。

1.2.2 麻醉维持 2组均用丙泊酚和瑞芬太尼全凭静脉麻醉,间断静脉推注顺式阿曲库铵0.01 mg/kg维持肌松,并根据术中手术操作及患者血压、心率情况间断推注舒芬太尼0.01~0.02 μg/kg,使收缩压变化维持在基础值的20%以内,心率维持在100/min以下,维持血流动力学的稳定,BIS值维持在40~60范围内。

表1 2组一般资料的比较($n=30$)

组别	年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	体质量(kg,$\bar{x}\pm s$)	男/女(例)	1 s用力呼吸容积(%,$\bar{x}\pm s$)	人工气胸时间(min,$\bar{x}\pm s$)	手术时间(min,$\bar{x}\pm s$)	术前动脉氧分压(mmHg,$\bar{x}\pm s$)
O组	60±13	52±18	26/4	70±7	89±18	268±51	77±10
T组	58±16	50±15	24/6	68±9	90±15	272±45	72±13

1.2.3　通气模式　2组均采用容量控制通气,维持呼气末正压通气(positive end-expiratory pressure,PEEP)在5 cmH_2O,吸呼比1∶2,如果气道峰压超过25 cmH_2O,改为压力控制通气,维持$P_{ET}CO_2$在55 mmHg以下。人工气胸期间:控制CO_2充气流速在2~3 L/min,维持胸内压在6~8 mmHg的范围内,吸入氧浓度(FiO_2)100%,新鲜气流量2 L/min,低潮气量4~6 mL/kg,适当增加呼吸频率18~22/min。非人工气胸期间:吸入$FiO_2$50%,潮气量为6~8 mL/kg,呼吸频率12~18/min。人工气胸期间为使双肺通气尽可能不影响术侧操作,在穿刺鞘进入胸腔时先行单肺通气5 min,到胸腔压力稳定后,改为双肺通气,潮气量尽可能小,适当增加呼吸频率,以不影响术侧操作及维持$P_{ET}CO_2$在55 mmHg以下为标准,如确实影响术侧操作随时改为单肺通气并排除此病例。

1.3　观测指标及检测方法

记录2组患者的平均动脉压和心率,2组在术前(T1),人工气胸20(T2)、40(T3)、60 min(T4)及术毕(T5)采集桡动脉血和右心房中心静脉血,采用SIEMENS RAPIDPoint 500临床血气分析仪进行血气分析,计算出氧合指数,并根据以下公式计算肺内分流率(intrapulmonary shunt fraction,Qs/Qt)=(CcO_2-CaO_2)/(CcO_2-CvO_2)×100%,其中$CaO_2=1.34\times Hb\times SaO_2+PaO_2\times0.003\ 1$,$CvO_2=1.34\times Hb\times SvO_2+PaO_2\times0.003\ 1$,$CcO_2=PaO_2\times0.003\ 1+(1.34\times Hb)\times SaO_2$。$PaO_2=FiO_2\times(PB-PH20)-(PaCO_2/R)$。式中PB为760 mmHg,37 ℃时PH20为47 mmHg,R为常数0.8。吸入纯氧时$CcO_2=1.34\times Hb\times SaO_2+(713-PaCO_2/0.8)\times0.003\ 1$,吸入空气时$CcO_2=1.34\times Hb\times SaO_2+(149-PaCO_2/0.8)\times0.003\ 1$。其中$CcO_2$为肺毛细血管血氧含量,$CaO_2$为动脉血氧含量,$CvO_2$为混合静脉血氧含量,$PvO_2$为混合静脉血氧分压,$SvO_2$为混合静脉血氧饱和度,$SaO_2$为动脉血氧饱和度,Hb为血红蛋白(g/dL),$PaO_2$为肺泡氧分压,$PaCO_2$为动脉血二氧化碳分压。由于$SvO_2$和中心静脉血氧饱和度($ScvO_2$)具有趋势相同且显著相关,而$SvO_2$需在肺动脉处采集血液,操作复杂风险高,临床研究中肺内分流率的计算一般都采用$ScvO_2$来代替SvO_2[9]。

记录术中肺萎陷质量:Ⅰ级,好,肺完全萎陷;Ⅱ级,中,肺微膨,不影响操作;Ⅲ级,差,肺膨胀,影响操作[10-11]。

1.4　统计学分析

采用SPSS 19.0统计软件进行统计学处理,计量资料以$\bar{x}\pm s$表示,组内比较采用重复测量数据的方差分析,组间采用单因数方差分析,肺萎陷质量比较采用秩和检验。

2　结果

2.1　一般监测指标

2组心率和平均动脉压在各时间点比较差异无统计学意义($P>0.05$,表2、3)。

表2　两组心率变化的比较(/min,$\bar{x}\pm s$)

组别	n	T1	T2	T3	T4	T5
O组	28	73±13	71±13	72±15	76±16	79±14
T组	27	78±11	75± 15	75 ±14	77±10	81±13

表3　两组平均动脉压变化的比较(mmHg, $\bar{x}\pm s$)

组别	n	T1	T2	T3	T4	T5
O组	28	73±11	75±9	81±7	84±8	79±11
T组	27	77±13	79±12	80±12	82±5	81±10

PaO_2:与T1时相比,O组在T2、T3、T4时明显降低($P<0.05$),T5时差异无统计学意义($P>0.05$);T组在T2~T5时均差异无统计学意义($P>0.05$);T组在T2、T3、T4时较O组明显升高($P<0.05$),T5时差异无统计学意义($P>0.05$,表4)。

表4　两组动脉血氧分压变化的比较(mmHg, $\bar{x}\pm s$)

组别	n	T1	T2	T3	T4	T5
O组	28	201±23	161±40[a]	149±54[a]	157±39[a]	198±26
T组	27	198±19	202±53[b]	215±46[b]	223±47[b]	196±21

a:$P<0.05$,与T1比较;b:$P<0.05$,与O组比较

氧合指数(PaO_2/FiO_2):与T1时相比,2组在T2、T3、T4时均明显降低($P<0.05$),T5时差异无统计学意义($P>0.05$);T组在T2、T3、T4时较O组明显升高($P<0.05$,表5)。

表5　两组氧合指数变化的比较(mmHg, $\bar{x}\pm s$)

组别	n	T1	T2	T3	T4	T5
O组	28	402±46	161±40[a]	149±54[a]	157±39[a]	396±52
T组	27	395±38	202±53[ab]	215±46[ab]	223±47[ab]	392±41

a:$P<0.05$,与T1比较;b:$P<0.05$,与O组比较

Qs/Qt:与T1时相比,2组在T2、T3、T4时均明显升高($P<0.05$),T5时差异无统计学意义($P>0.05$);T组在T2、T3、T4时较O组明显降低($P<0.05$,表6)。

$PaCO_2$:与T1时相比,2组在T2、T3、T4时均明显升高($P<0.05$),T5时差异无统计学意义($P>0.05$);两组在相同时间点比较差异无统计学意义($P>0.05$,表7)。

表 6 两组肺内分流率变化的比较(%,$\bar{x} \pm s$)

组别	n	T1	T2	T3	T4	T5
O 组	28	12.5 ±5.8	33.8 ±7.5[a]	39.4 ±8.6[a]	36.1 ±7.1[a]	13.4 ±7.6
T 组	27	13.7 ±7.6	27.5 ±8.2[ab]	28.9 ±7.8[ab]	26.6 ±6.4[ab]	14.8 ±5.2

a:$P<0.05$,与 T1 比较;b:$P<0.05$,与 O 组比较

表 7 两组动脉血二氧化碳分压变化的比较(mmHg,$\bar{x} \pm s$)

组别	n	T1	T2	T3	T4	T5
O 组	28	40.9 ±7.3	52.1 ±5.8[a]	54.5 ±7.2[a]	55.1 ±5.7[a]	43.8 ±5.9
T 组	27	41.2 ±5.1	51.2 ±6.3[a]	53.9 ±6.5[a]	55.3 ±6.4[a]	45.7 ±9.6

a:$P<0.05$,与 T1 比较

2.2 肺萎陷质量

O 组肺萎陷质量Ⅰ级(好)的例数明显多于 T 组($P<0.05$),T 组肺萎陷质量Ⅱ级(中)的例数明显多于 O 组($P<0.05$,表 8)。

表 8 2 组患者术中肺萎陷质量的比较

组别	n	Ⅰ级(好)	Ⅱ级(中)	Ⅲ级(差)
O 组	28	19	8	1
T 组	27	9[a]	16[a]	2

a:$P<0.05$,与 O 组比较

2.3 不良反应

双肺通气组有 2 例患者由于胸腔内粘连、1 例患者因大出血导致术野暴露不足,更改为单肺通气。单肺通气组有 2 例患者因 SpO_2 低于 90%,改为双肺通气。此 5 例患者被排除。

3 讨论

胸腹腔镜食管癌根治术由于具有创伤小,而且人工气胸下操作不仅可以保证患者呼吸循环的稳定,又能很好暴露术野的优点,越来越受欢迎[8,12]。人工气胸主要通过往胸腔注入二氧化碳,使膈肌下移及肺充分萎陷,扩大纵隔容积,从而暴露术野。这使胸腹镜食管癌根治术可采用双肺通气而不用单肺通气或减少单肺通气时间成为可能。目前对人工气胸下采用单腔气管插管行双肺通气的研究很多,认为单腔气管导管操作相对耗时短,咽喉部损伤小[4-6],但在某些情况下,双腔管有单腔管不能比拟的优势,如双侧肺的序贯通气双腔管仍是首选,尤其是因大出血需中转开胸手术时[7],另有部分患者手术难度大,双肺通气术野暴露不充分时,采用单肺通气可减少手术时间。术中采用单肺还是双肺通气既不影响手术操作,又能减少肺内分流,改善氧合,是麻醉管理一直关注的重点。

本研究结果显示,人工气胸期间(T2 ~ T4)两组 Qs/Qt 较术前明显增高($P<0.05$);PaO_2/FiO_2 明显降低($P<0.05$)。该变化过程是由于侧卧位重力作用、人工气胸、低氧性肺血管收缩和术中手术医师的机械压迫等多方面因素共同导致。上侧肺由于人工气胸的压力以及术中手术医师的机械压迫使肺泡受压,通气容量减少;同时人工气胸的压力也使上侧肺肺毛细血管受压以及侧卧位重力作用对肺血流的重新分布,导致下侧肺血流增加,从而导致通气/血流失调,肺内分流增加,动脉血氧分压明显下降[13]。本研究中人工气胸期间(T2 ~ T4),双肺通气组 Qs/Qt 显著低于单肺通气组($P<0.05$),PaO_2 和 PaO_2/FiO_2 显著高于单肺通气组($P<0.05$)。这是因人工气胸的压力可导致肺顺应性明显降低,肺内血分流明显增多。双肺通气时上侧肺一直有通气且 5 cmH_2O 的呼气末正压使肺泡未完全塌陷;而单肺通气时上侧肺一直未通气,并在人工气胸的压力作用下肺泡完全塌陷,同时人工气胸的压力使下侧肺气道压力相对增高,纵隔向下侧肺移位相对加大,引起下侧肺的血管阻力增加血流减少,而下侧肺通气量不变。因此通气/血流失调较双肺通气更严重,肺内分流更高,更易发生低氧血症[14]。在人工气胸下 T 组术野暴露不如 O 组良好,但基本不影响手术操作。双肺通气组有 2 例患者由于胸腔内粘连、1 例患者因大出血导致术野暴露不足,更改为单肺通气;单肺通气组有 2 例患者因低氧血症,改为双肺通气。这充分体现了人工气胸下双腔支气管的优势,术中可以根据肺萎陷程度、有无出现严重低氧血症以及手术需要随时进行单双肺通气转换。

人工气胸期间两组 $PaCO_2$ 较术前明显增高,是由于人工气胸期间持续注入的 CO_2 有一部分经胸膜、术野、食管创面吸收,使 $PaCO_2$ 明显升高。单肺通气时由于肺泡部分死腔量增加,肺泡过度膨胀,更容易产生高碳酸血症,与双肺通气相比较,达到同样的潮气量会使气道压力增加,易增加气压伤以及其他肺部并发症[15],因此我们限定最大压力为 25 cmH_2O,通过调节潮气量和呼吸频率使两组 $PaCO_2$ 在可耐受范围内[16],不影响循环,且术毕均可恢复到正常范围。

综上所述,对人工气胸下双腔支气管插管行胸腹腔镜食管癌根治术患者,双肺通气对肺内分流影响较小,氧合更好,优于单肺通气。

参考文献:

[1] Chen B, Zhang B, Zhu C, *et al*. Modified McKeown Minimally Invasive Esophagectomy for Esophageal Cancer: A 5-Year Retrospective Study of 142 Patients in a Single Institution[J]. PLoS One, 2013, 8(12): e82428. DOI:10.1371/

journal.pone.0082428

[2] Zou Y B, Yan H, Liu X H, *et al*. Lateral position could provide more excellent hemodynamic parameters during videoassisted thoracoscopic esophagectomy for cancer[J]. Surg Endosc, 2013, 27(10): 3720 – 3725. DOI:10.1007/s00464-013-2953-0

[3] Saikawa D, Okushiba S, Kawata M, *et al*. Efficacy and safety of artificial pneumothorax under two-lung ventilation in thoracoscopic esophagectomy for esophageal cancer in the prone position[J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 62(3): 163 – 170. DOI: 10.1007/s11748-013-0335-0

[4] Zhang R X, Liu S L, Sun H B, *et al*. The application of single-lumen endotracheal tube anaesthesia with artificial pneumothorax in thoracolaparoscopic oesophagectomy[J]. Interact CardioVasc Thorac Surg, 2014, 19(2): 308 – 310. DOI:10.1093/icvts/ivu100

[5] Tanaka S, Kawakami T, Ehara T, *et al*. [Anesthetic Management of Patients Undergoing Single-lumen Tracheal Tube Ventilation with Artificial Pneumothorax in Thoracolaparoscopic Esophagectomy][J]. Masui the Japanese Journal of Anesthesiology, 2015, 64(9): 978 – 980.

[6] 杜海靖, 许靖. 单腔气管插管 CO_2 人工气胸法用于胸腔镜食管癌根治术的安全性[J]. 江苏医药, 2016, 42(7): 843 – 844.

[7] 孙来荣, 顾连兵. 胸腔镜下行肺癌手术时单肺通气的麻醉分析[J]. 肿瘤基础与临床, 2012, 25(6): 521 – 523.

[8] 刘伦旭. 开胸手术将逐渐“升级”为胸腔镜微创手术的补充[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2012, 19(2): 109 – 112.

[9] Kyuho L, Young J, Yong S, *et al*. Effects of a 1∶1 inspiratory to expiratory ratio on respiratory mechanics and oxygenation during one-lung ventilation in patients with low diffusion capacity of lung for carbon monoxide: a crossover study[J]. Journal of Clinical Anesthesia, 2015, 27(6): 445 – 450. DOI:10.1016/j.jclinane.2015.06.012

[10] 尧银光, 吴炜, 羊丽丽, 等. 气管内径值指导选择左侧双腔支气管导管型号[J]. 临床麻醉学杂志, 2014, 30(4): 360 – 362.

[11] 李琪英, 闵苏. 持续气道正压通气对胸腹腔镜下食管癌根治术患者单肺通气时肺内分流和氧合的影响[J]. 第三军医大学学报, 2011, 33(10): 1065 – 1067. DOI:10.16016/j.1000-5404.2011.10.024

[12] Zhang Y, Duan R, Xiao X, *et al*. Minimally Invasive Esophagectomy with Right Bronchial Occlusion under Artificial Pneumothorax[J]. Dig Surg, 2015, 32(2): 77 – 81. DOI:10.1159/000371747

[13] Szegedi L L, D'Hollander A A, Vermassen F E, *et al*. Gravity is an important determinant of oxygenation during one-lung ventilation[J]. Acta Anaesthesiol scand, 2010, 54(6): 744 – 750. DOI:10.1111/j.1399-6576.2010.02238.x

[14] Lars W, Wilhelm A O, Timon S, *et al*. Single-lung ventilation with carbon dioxide hemipneumothorax: hemodynamic and respiratory effects in piglets[J]. Pediatric Anesthesia, 2011, 22(8): 793 – 798. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2011.03766.x

(**收稿**:2016-07-01;**修回**:2016-08-05)

(编辑 栾 嘉)