

· 临床研究 ·

# 长时间CO<sub>2</sub>气腹和 Trendelenburg 体位对中老年患者直肠癌根治术中脑氧饱和度的影响

朱泽飞 孙振涛 杨贯宇 郑红雨 胡晟云 韩雪萍 杨建军

**【摘要】** 目的 评估腹腔镜下直肠癌根治术中长时间 CO<sub>2</sub> 气腹和 Trendelenburg 体位对中老年患者脑氧饱和度(rSO<sub>2</sub>)的影响。方法 选择拟行腹腔镜下直肠癌根治术患者 38 例,男 19 例,女 19 例,年龄 45~80 岁,BMI 18~25 kg/m<sup>2</sup>,ASA I 或 II 级。根据年龄分为两组:45~64 岁为中年组(M 组),65~80 岁为老年组(O 组)。两组均常规全麻插管,记录诱导结束后 10 min(T<sub>0</sub>)、Trendelenburg 体位后 30 min(T<sub>1</sub>)、1 h(T<sub>2</sub>)和 2 h(T<sub>3</sub>)的 HR、MAP、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>、rSO<sub>2</sub> 等。采用 Pearson 检验分析 rSO<sub>2</sub> 与年龄的相关性。记录术后 3 d 内急性脑卒中和术后谵妄(POD)等神经系统相关不良反应的发生情况。结果 与 T<sub>0</sub> 时比较,T<sub>1</sub>—T<sub>3</sub> 时两组 rSO<sub>2</sub> 均明显升高(P<0.05)。T<sub>0</sub> 时 M 组 rSO<sub>2</sub> 明显高于 O 组(P<0.05)。不同时间点两组 HR、MAP、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 差异无统计学意义。T<sub>0</sub> 时 rSO<sub>2</sub> 与年龄呈明显负相关(r=-0.650,P<0.05)。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 时 rSO<sub>2</sub> 与年龄未见明显相关性。T<sub>3</sub> 时 rSO<sub>2</sub> 和年龄之间呈明显正相关(r=0.488,P<0.05)。两组术后无一例急性脑卒中和 POD 等神经系统相关不良反应发生。结论 在需要 Trendelenburg 体位的腹腔镜手术中,尤其对于老年患者,应该加强 rSO<sub>2</sub> 监测,避免脑氧供需失衡带来的神经系统并发症。

**【关键词】** CO<sub>2</sub> 气腹;Trendelenburg 体位;脑氧饱和度

**Effect of long-term CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum in Trendelenburg position on cerebral oxygenation of middle-aged and elderly patients undergoing radical resection of rectal cancer** ZHU Zefei, SUN Zhentao, YANG Guanyu, ZHENG Hongyu, HU Shengyun, HAN Xueping, YANG Jianjun. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 410000, China  
Corresponding author: SUN Zhentao, Email: gentlesun@126.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the effect of long-term CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum and Trendelenburg position on cerebral oxygenation (rSO<sub>2</sub>) in middle-aged and elderly patients during laparoscopic radical resection of rectal cancer. **Methods** Thirty-eight patients undergoing laparoscopic radical resection of rectal cancer, 19 males and 19 females, aged 45–80 years, with a BMI 18–25 kg/m<sup>2</sup>, falling into ASA physical status I or II, were enrolled in this study. All patients were divided into two groups according to age: 45–64 years old for middle-aged group (group M) and 65–80 years old for elderly group (group O). General anesthesia intubation was conducted in both groups, and the HR, MAP, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub> and rSO<sub>2</sub> were recorded 10 min (T<sub>0</sub>) after induction, 30 min (T<sub>1</sub>), 1 h (T<sub>2</sub>), and 2 h (T<sub>3</sub>) after Trendelenburg position. Pearson correlation test was used to analyze the correlation between rSO<sub>2</sub> and age. Nervous system-related adverse events such as acute stroke and postoperative delirium (POD) were recorded on the 3rd day after surgery. **Results** Compared with T<sub>0</sub>, rSO<sub>2</sub> was higher at T<sub>1</sub>–T<sub>3</sub> in the two groups (P < 0.05). The rSO<sub>2</sub> in group M was higher than that in group O at T<sub>0</sub> (P < 0.05). There were no statistical differences in HR, MAP, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and PaO<sub>2</sub> between the two groups at each time point. There was no significant correlation between rSO<sub>2</sub> and age at T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>. There was a negative correlation between rSO<sub>2</sub> and age at T<sub>0</sub> (r = -0.650, P < 0.05), and positive at T<sub>3</sub> (r = 0.488, P < 0.05). There were no cases of neurological related adverse reactions such as acute stroke and POD in the two groups after surgery. **Conclusion** During the operation with CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum and Trendelenburg position, we should pay more attention to monitoring rSO<sub>2</sub> to avoid neurological complications, especially for elderly people.

**【Key words】** CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum; Trendelenburg position; Cerebral oxygenation

结直肠癌是最常见的恶性肿瘤之一,在全世界

范围内,结直肠癌发病率位列第三,病死率位列第四<sup>[1]</sup>。近年来腹腔镜技术发展迅速,被广泛应用于直肠癌根治术中<sup>[1]</sup>,但由于直肠位置特殊,中低位直肠癌根治术常常需要较长时间的气腹和陡峭的头低脚高位,而长时间 CO<sub>2</sub> 气腹和 Trendelenburg 体

DOI:10.12089/jca.2020.02.011

作者单位:410000 郑州大学第一附属医院麻醉与围术期医学部(朱泽飞、孙振涛、杨贯宇、郑红雨、韩雪萍、杨建军),结直肠外科(胡晟云)

通信作者:孙振涛,Email: gentlesun@126.com

位是否会引起中老年患者脑氧供需失衡,从而导致神经系统并发症,相关报道较少。近年来,近红外光谱法被广泛应用于临床。它可以实现对局部脑氧饱和度( $rSO_2$ )的实时、连续、无创监测,反映局部脑组织的氧供需平衡<sup>[3]</sup>。本研究拟评估长时间  $CO_2$  气腹和 Trendelenberg 体位对中老年患者  $rSO_2$  的影响。

### 资料与方法

**一般资料** 本研究已在中国临床试验注册中心注册(ChiCTR1900022413),已获得医院伦理委员会批准(2017-36),并与所有患者签署知情同意书。选择 2019 年 1—5 月于我院因直肠癌拟行腹腔镜直肠癌根治术的患者,性别不限,年龄 45~80 岁, BMI 18~25  $kg/m^2$ , ASA I 或 II 级。排除标准:有严重的心血管系统、呼吸系统或内分泌系统疾病,有神经系统疾病或既往有脑血管意外病史,既往有精神心理疾病或长期服用精神类药物。剔除标准:发生不可预料的不良事件,如大出血、药物过敏或麻醉意外等,术中转开腹,各种原因致术后转入 ICU。根据年龄分为两组:45~64 岁为中年组(M 组),65~80 岁为老年组(O 组)。

**麻醉方法** 所有患者均无术前用药,入室后建立静脉通路,常规监测 ECG、NBP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $SpO_2$ 、BIS 等,然后将  $rSO_2$  探头固定右侧额部。采用依托咪酯 0.3  $mg/kg$ 、舒芬太尼 0.6  $\mu g/kg$ 、顺式阿曲库铵 0.2  $mg/kg$  麻醉诱导后,行桡动脉穿刺置管,监测有创血压并用于获取血液样本。可视喉镜引导下气管插管,术中调整瑞芬太尼 0.1~0.4  $\mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ 、七氟醚 0.6~1 MAC 维持 BIS 40~60,  $FiO_2$  50%,  $V_T$  6~8  $ml/kg$ , I:E 1:2, 调整 RR 以维持  $P_{ET}CO_2$  35~45  $mmHg$ 。所有手术由同一组外科医师完成。先建立人工  $CO_2$  气腹,成功后立即将患者缓慢调整为陡峭的 Trendelenberg 体位(与水平方向成  $30^\circ$ ),术中气腹压维持在 13  $mmHg$ 。所有患者在手术结束后立即恢复仰卧位,送入 PACU,苏醒后拔管。

**观察指标** 记录麻醉诱导结束后 10 min ( $T_0$ )、Trendelenberg 体位后 30 min ( $T_1$ )、1 h ( $T_2$ ) 和 2 h ( $T_3$ ) 的 HR、MAP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $PaCO_2$ 、 $PaO_2$  和  $rSO_2$ 。记录术后 3 d 内急性脑卒中和术后谵妄(POD)等神经系统相关不良反应的发生情况。

**统计分析** 采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用两独立样本  $t$  检验,重复测量数据

的组内与组间比较均采用重复测量设计方差分析;计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Pearson 相关性检验并通过简单线性回归分析  $rSO_2$  和年龄的关系。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

本研究初始纳入患者 38 例,剔除吻合困难转为开腹 2 例,出血较多 1 例,最终纳入 35 例, M 组 18 例, O 组 17 例。两组患者性别、年龄、体重、ASA 分级、麻醉时间、手术时间、气腹时间、液体入量和尿量差异无统计学意义。O 组患者年龄明显高于 M 组( $P < 0.05$ )(表 1)。

表 1 两组患者一般情况的比较

指标	M 组( $n=18$ )	O 组( $n=17$ )
男/女(例)	8/10	9/8
年龄(岁)	55.6 $\pm$ 5.6	69.8 $\pm$ 5.0 <sup>a</sup>
体重(kg)	61.4 $\pm$ 7.8	66.4 $\pm$ 10.4
ASA I/II 级(例)	5/13	2/15
麻醉时间(min)	313.6 $\pm$ 58.9	302.8 $\pm$ 68.1
手术时间(min)	240.8 $\pm$ 59.2	226.9 $\pm$ 69.6
气腹时间(min)	191.3 $\pm$ 58.3	184.4 $\pm$ 58.1
液体入量(L)	3.4 $\pm$ 0.5	3.2 $\pm$ 0.7
尿量(ml)	760.0 $\pm$ 281.0	723.5 $\pm$ 428.3

注:与 M 组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$

与  $T_0$  时比较,  $T_1$ — $T_3$  时两组  $rSO_2$  明显升高( $P < 0.05$ )。  $T_1$ — $T_3$  时两组  $rSO_2$  差异无统计学意义。 $T_0$  时 M 组  $rSO_2$  明显高于 O 组( $P < 0.05$ )(表 2)。

两组不同时间点 HR、MAP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $PaCO_2$ 、 $PaO_2$  差异无统计学意义。与  $T_0$  时比较,  $T_3$  时 M 组 HR 明显增快( $P < 0.05$ ),  $T_1$ — $T_3$  时 M 和 O 组  $P_{ET}CO_2$  和  $PaCO_2$  明显升高( $P < 0.05$ ),  $T_1$ — $T_3$  时 M 和 O 组  $PaO_2$  明显降低( $P < 0.05$ )(表 3)。

$T_0$  时  $rSO_2$  与年龄呈明显负相关( $r = -0.650$ ,  $P < 0.05$ ), 回归系数为  $-0.156$  ( $P < 0.05$ )(图 1)。  $T_1$  和  $T_2$  时  $rSO_2$  与年龄未见明显相关性。  $T_3$  时  $rSO_2$  与年龄呈明显正相关( $r = 0.488$ ,  $P < 0.05$ ), 回归系数为 0.079 ( $P < 0.05$ )(图 2)。

两组术后无一例急性脑卒中和 POD 等神经系统相关不良反应发生。

### 讨 论

使用近红外光谱法测得的大脑  $rSO_2$  是包含动

表 2 两组患者不同时点 rSO<sub>2</sub> 的比较 (% ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
M 组	18	63.579±1.720	69.141±1.366 <sup>a</sup>	68.902±1.189 <sup>a</sup>	68.154±1.282 <sup>a</sup>
O 组	17	61.842±2.220 <sup>b</sup>	69.344±1.463 <sup>a</sup>	69.424±1.556 <sup>a</sup>	69.027±1.483 <sup>a</sup>

注:与 T<sub>0</sub> 比较, <sup>a</sup>P<0.05;与 M 组比较, <sup>b</sup>P<0.05

表 3 两组患者不同时点 HR、MAP、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	组别	例数	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
HR (次/分)	M 组	18	58.7±6.2	62.1±6.7	62.3±7.5	65.7±8.2 <sup>a</sup>
	O 组	17	61.3±5.4	63.8±4.7	63.5±5.2	63.1±5.0
MAP (mmHg)	M 组	18	78.7±4.2	80.8±7.1	79.9±7.1	81.5±4.7
	O 组	17	81.1±5.0	81.7±5.3	80.8±5.4	81.3±4.9
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)	M 组	18	34.7±1.7	39.3±2.6 <sup>a</sup>	38.4±3.0 <sup>a</sup>	38.8±3.0 <sup>a</sup>
	O 组	17	34.2±2.2	40.7±1.7 <sup>a</sup>	39.0±2.3 <sup>a</sup>	38.6±2.3 <sup>a</sup>
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	M 组	18	40.6±1.4	45.8±2.5 <sup>a</sup>	44.5±2.7 <sup>a</sup>	45.3±2.9 <sup>a</sup>
	O 组	17	40.4±1.7	46.7±1.1 <sup>a</sup>	45.9±2.2 <sup>a</sup>	46.0±2.7 <sup>a</sup>
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	M 组	18	204.7±17.4	184.3±14.1 <sup>a</sup>	184.9±8.9 <sup>a</sup>	180.0±12.6 <sup>a</sup>
	O 组	17	205.4±17.4	178.3±12.2 <sup>a</sup>	182.9±12.5 <sup>a</sup>	182.8±13.5 <sup>a</sup>

注:与 T<sub>0</sub> 比较, <sup>a</sup>P<0.05

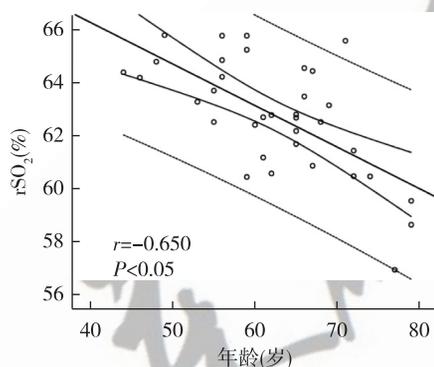


图 1 T<sub>0</sub> 时患者 rSO<sub>2</sub> 和年龄的相关性

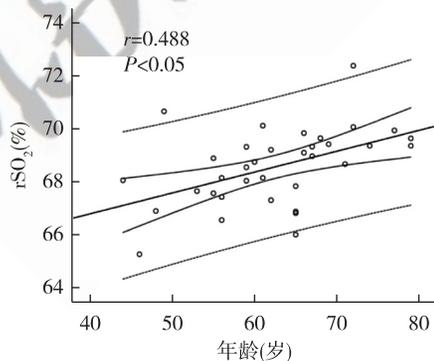


图 2 T<sub>3</sub> 时患者 rSO<sub>2</sub> 和年龄的相关性

脉、静脉、毛细血管的混合血氧饱和度,目前已经有  
很多研究表明 rSO<sub>2</sub> 是反映大脑灌注和脑组织氧合  
的可靠指标<sup>[4]</sup>。有研究表明术中低 rSO<sub>2</sub> (<50% 或  
下降幅度超过基础值的 20%) 可能与脑缺血、术后  
认知功能障碍、住院时间延长有关<sup>[5]</sup>。同时于芸  
等<sup>[6]</sup>和 Urbanski 等<sup>[7]</sup> 研究表明,术中采用 rSO<sub>2</sub> 监  
测,并在其下降时及时采取干预措施可以减少神经  
系统并发症的发生。

本研究所有患者的 rSO<sub>2</sub> 在 CO<sub>2</sub> 气腹和 Trendelenberg 体位建立之后的各个时点均明显升高,这  
可能与 CO<sub>2</sub> 气腹和 Trendelenberg 体位使大脑灌注  
量增加有关<sup>[8]</sup>。在陡峭的 Trendelenberg 体位时,  
CVP 的升高使得大脑静脉回流受阻,从而导致大脑  
血流量和脑脊液量增加。另外 CO<sub>2</sub> 气腹时,大量  
CO<sub>2</sub> 吸收入血,血液 PaCO<sub>2</sub> 升高,从而使脑血管  
扩张,可能导致大脑血流量增加。在两因素的共同  
作用下,大脑灌注量明显增加,因此表现为 rSO<sub>2</sub> 的  
明显升高。

在麻醉诱导后 10 min,老年患者的 rSO<sub>2</sub> 明显低  
于中年患者,与先前的一些研究结果相似, Kim 等<sup>[9]</sup>  
和 Casati 等<sup>[10]</sup> 研究表明,老年患者的 rSO<sub>2</sub> 明显低

于年轻患者,这可能与老年患者脑氧供减少和微循环改变有关。另外,该时点年龄和  $rSO_2$  呈现负相关,即  $rSO_2$  随着年龄的升高而降低,与 Kishi 等<sup>[11]</sup>采用 INVOS 4100 仪器测得的结果一致。提示在老年患者麻醉诱导中应该注意  $rSO_2$  监测,避免出现大脑缺氧或不可逆的神经系统损伤,从而导致老年患者 POCD 等并发症<sup>[12]</sup>。

而在  $CO_2$  气腹和 Trendelenburg 体位 2 h 后,  $rSO_2$  明显升高,虽然两组间没有统计学差异,但是年龄和  $rSO_2$  呈现正相关,即  $rSO_2$  随着年龄的增大升高,这可能与脑血管自动调节功能有关。有研究表明,随着  $CO_2$  气腹和 Trendelenburg 体位时间的延长,脑血管的自动调节功能受损<sup>[13]</sup>。因此,随着年龄的增加导致的大脑功能衰退,该调节功能受损的程度可能更加严重。同时也可能与  $CO_2$  相关,Choi 等<sup>[14]</sup>研究表明,  $PaCO_2$  和  $P_{ET}CO_2$  的差值会随着年龄的增加而增加,但机制尚不清楚。尽管在本研究中,也通过调整 RR 来维持  $P_{ET}CO_2$  在一定范围内,但是老年患者肺部结构和功能的变化均会影响  $CO_2$  的交换,从而不可避免地对脑血管产生影响。

综上所述,  $CO_2$  气腹和 Trendelenburg 体位使中老年患者  $rSO_2$  升高,并且在长时间的  $CO_2$  气腹和 Trendelenburg 体位作用下,  $rSO_2$  随年龄增大而升高。因此,在需要 Trendelenburg 体位的腹腔镜的手术中,尤其对于老年患者,应当加强  $rSO_2$  监测,同时提示在以后的临床研究中,可以联合心输出量、颅内压和脑血流等监测,来进一步探讨此类患者脑氧供需失衡可能的机制。

### 参 考 文 献

- [1] Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer*, 2015, 136(5): E359-E386.
- [2] 郑民华, 马君俊. 2018 版《腹腔镜结直肠癌根治手术操作指南》更新要点. *中华外科杂志*, 2019, 57(3): 224-226.
- [3] Yu Y, Lu Y, Meng L, et al. Monitoring cerebral ischemia using cerebral oximetry: pros and cons. *J Biomed Res*, 2016, 30(1): 1-4.
- [4] Urbanski PP, Lenos A, Kolowca M, et al. Near-infrared spectroscopy for neuromonitoring of unilateral cerebral perfusion. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 43(6): 1140-1144.
- [5] 吴松霏, 刘洪涛. 近红外光谱脑氧饱和度监测临床应用的研究进展. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(7): 716-719.
- [6] 于芸, 韩如泉. 近红外光谱脑氧饱和度监测用于颈动脉内膜剥脱术的研究进展. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(8): 827-829.
- [7] Urbanski PP, Lenos A, Kolowca M, et al. Near-infrared spectroscopy for neuromonitoring of unilateral cerebral perfusion. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 43(6): 1140-1144.
- [8] 张禹琦, 李玉兰, 陈军, 等. 妇科腹腔镜手术中 Trendelenburg 体位时脑血流动力学变化. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(5): 436-438.
- [9] Kim J, Shim JK, Song JW, et al. Postoperative cognitive dysfunction and the change of regional cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing spinal surgery. *Anesth Analg*, 2016, 123(2): 436-444.
- [10] Casati A, Fanelli G, Pietropaoli P, et al. Monitoring cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing general abdominal surgery: a prospective cohort study. *Eur J Anaesthesiol*, 2007, 24(1): 59-65.
- [11] Kishi K, Kawaguchi M, Yoshitani K, et al. Influence of patient variables and sensor location on regional cerebral oxygen saturation measured by INVOS 4100 near-infrared spectrophotometers. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2003, 15(4): 302-306.
- [12] Lin R, Zhang F, Xue Q, et al. Accuracy of regional cerebral oxygen saturation in predicting postoperative cognitive dysfunction after total hip arthroplasty: regional cerebral oxygen saturation predicts POCD. *J Arthroplasty*, 2013, 28(3): 494-497.
- [13] Schramm P, Treiber AH, Berres M, et al. Time course of cerebrovascular autoregulation during extreme Trendelenburg position for robotic-assisted prostatic surgery. *Anaesthesia*, 2014, 69(1): 58-63.
- [14] Choi DK, Lee IG, Hwang JH. Arterial to end-tidal carbon dioxide pressure gradient increases with age in the steep Trendelenburg position with pneumoperitoneum. *Korean J Anesthesiol*, 2012, 63(3): 209-215.

(收稿日期:2019-05-12)