DOI: 10.12235/E20250582
文章编号：1007-1989（2026）07-0009-09

论 著

老年患者腹腔镜结直肠癌根治术中七氟烷-丙泊酚联合麻醉对氧化应激和术后认知功能的影响

虞萌，申蓓，石进涛
（南京市中医院 麻醉科，江苏 南京 210000）

摘要：目的 探讨七氟烷-丙泊酚麻醉对老年患者腹腔镜结直肠癌（CRC）根治术氧化应激及术后认知功能的影响，为优化老年患者麻醉方案提供参考依据。**方法** 选取2023年2月—2025年2月在该院行腹腔镜CRC根治术的老年患者90例。采用随机数表法分为对照组与观察组，各45例。对照组给予丙泊酚麻醉；观察组给予丙泊酚静脉输注+七氟烷吸入麻醉。观察两组患者血流动力学情况、麻醉恢复情况、术后疼痛程度、免疫功能、氧化应激水平、术后认知功能和不良反应发生情况。**结果** 两组患者麻醉前（T_0）、麻醉15 min（T_1）、麻醉30 min（T_2）和术毕即刻（T_3）的心率（HR）和平均动脉压（MAP）存在时间、组间和交互效应差异（$P<0.05$），且在同一时间点（T_1、T_2和T_3）观察组上述指标高于对照组。两组患者T_0、T_1、T_2和T_3时点经皮动脉血氧饱和度（SpO_2）水平无时间、组间和交互效应（$P>0.05$）。两组患者脑电双频指数（BIS）值比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。观察组麻醉复苏时间和拔管时间较对照组短，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。观察组术后2、6、12和24 h的视觉模拟评分法（VAS）评分低于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。术后24和72 h两组患者的$CD3^+$、$CD4^+$和$CD4^+/CD8^+$较术前明显下降，$CD8^+$较术前明显上升，但观察组同一时间点$CD3^+$、$CD4^+$和$CD4^+/CD8^+$高于对照组，$CD8^+$低于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。术后24 h两组患者的丙二醛（MDA）和皮质醇（Cor）水平较术前升高，超氧化物歧化酶（SOD）水平较术前降低，且两组上述指标比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。两组患者的简易精神状态检查量表（MMSE）评分和蒙特利尔认知功能评估量表（MoCA）评分均存在时间、组间和交互效应，且在同一时间点（术后24 h、术后7 d和术后30 d）观察组MMSE评分和MoCA评分明显高于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。**结论** 七氟烷-丙泊酚联合麻醉可稳定老年患者腹腔镜CRC根治术的术中血流动力学，降低围手术期氧化应激水平，改善术后早期认知功能，缓解术后疼痛，维持患者免疫功能，具有一定的临床应用价值。

关键词： 七氟烷；丙泊酚；全身麻醉；老年患者；腹腔镜结直肠癌（CRC）根治术；氧化应激；术后认知功能

中图分类号： R614;R735.3

Effect of sevoflurane combined with propofol general anesthesia on oxidative stress and postoperative cognitive function in elderly patients undergoing laparoscopic radical resection of colorectal cancer

Yu Meng, Shen Bei, Shi Jintao
(Department of Anesthesiology, Nanjing Hospital of Traditional Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210000, China)

收稿日期：2025-10-22
[通信作者] 申蓓，E-mail：602185561@qq.com

Abstract: Objective To explore the effects of combined anesthesia with sevoflurane and propofol on oxidative stress and postoperative cognitive function in elderly patients undergoing laparoscopic radical resection of colorectal cancer (CRC), so as to provide a reference for optimizing anesthesia regimens for elderly patients. **Method** 90 elderly patients were included, all of whom underwent laparoscopic radical resection of CRC from February 2023 to February 2025. The subjects were divided into a control group and an observation group using the random number table method, each group with 45 patients. The control group was given propofol anesthesia; the observation group received intravenous infusion of propofol and inhalation of sevoflurane. Observe the hemodynamics and anesthesia recovery, postoperative pain, immune function, oxidative stress, postoperative cognitive function, and adverse reactions of two groups of patients. **Results** There were differences in heart rate (HR) and mean arterial pressure (MAP) between the two groups before anesthesia (T_0), 15 minutes after anesthesia (T_1), 30 minutes after anesthesia (T_2), and immediately after surgery (T_3) in terms of time, between-group, and interaction effects ($P < 0.05$). At the same time point (T_1, T_2 and T_3), the above indicators in the observation group were higher than those in the control group. There were no differences in the levels of percutaneous arterial oxygen saturation (SpO_2) between groups T_0, T_1, T_2, and T_3 time points in terms of time, between-to-group, and interaction effects ($P > 0.05$). There was no statistically significant difference in the BIS values between the two groups. The observation group had a shorter awakening time and extubation time compared to the control group, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The observation group had lower visual analogue scale (VAS) scores than the control group at 2, 6, 12, and 24 hours after surgery, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Compared with preoperative, postoperative 24 and 72 hours, the $CD3^+$, $CD4^+$, and $CD4^+/CD8^+$ levels in both groups of patients significantly decreased, while $CD8^+$ levels increased. However, at the same time point, the observation group had higher levels of $CD3^+$, $CD4^+$, and $CD4^+/CD8^+$ than the control group, and lower levels of $CD8^+$ than the control group, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Compared with preoperative and postoperative levels, the levels of malondialdehyde (MDA) and cortisol (Cor) increased 24 hours after surgery in both groups, while the levels of superoxide dismutase (SOD) decreased, and the differences in these indicators between the two groups were statistically significant ($P < 0.05$). There were differences in mini-mental status examination (MMSE) scores and Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA) scores between the two groups of patients in terms of time, between-group and interaction effects. Moreover, at the same time points (postoperative 24 hours, 7 days and 30 days), the MMSE scores and MoCA scores of the observation group were significantly higher than those of the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Sevoflurane combined with propofol general anesthesia can stabilize intraoperative hemodynamics, reduce perioperative oxidative stress levels, improve early postoperative cognitive function, alleviate postoperative pain, and offer benefits in preserving the immune response among elderly patients undergoing laparoscopic radical resection of CRC. This regimen provides a safe and effective perioperative management strategy for elderly patients and has certain clinical application value.

Keywords: sevoflurane; propofol; general anesthesia; elderly patients; laparoscopic radical resection of colorectal cancer (CRC); oxidative stress; postoperative cognitive function

结直肠癌（colorectal cancer，CRC）老年患者合并症多、生理功能减退，围手术期面临更高的并发症发生风险[1]。腹腔镜根治术因其微创性和快速康复等优势，已成为早中期CRC的首选治疗方法之一[2]。然而，老年患者常合并心肺功能减退、代谢能力下降及基础疾病，对麻醉药物的敏感性增高，易出现血流动力学波动和药物蓄积，术后常伴随氧化应激损伤加重和认知功能下降等问题[3]。因此，麻醉药物的选择将直接影响老年患者的预后。丙泊酚起效迅速且麻醉复苏质量高，可通过收缩脑血管来降低颅内压，保护脑自我调节功能，但其呼吸抑制效应，可能加重老年患者血流动力学的波动[4]。七氟烷作为一种吸入麻醉药，具有循环抑制轻和镇痛效果好等特点，但既往研究[5]显示，七氟烷可能增加术后认知功能障碍风险。近年来，七氟烷与丙泊酚复合麻醉逐渐应用于临床，两者可能通过协同作用降低麻醉药物剂量，减轻氧化应激损伤，改善术后认知功能[6]。基于此，本文旨在明确七氟烷与丙泊酚复合麻醉对老年患者腹腔镜CRC

根治术的围手术期氧化应激及术后认知功能的影响，以期为老年患者腹腔镜CRC根治术的麻醉策略优化提供参考依据。

1　资料与方法

1.1　一般资料

选取2023年2月—2025年2月在本院行腹腔镜CRC根治术的老年患者90例。采用随机数表法，可分为两组，各45例。两组患者的一般资料比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），具有可比性。见表1。

纳入标准：满足CRC相关诊断标准，并通过影像学和/或术后病理学检查等确诊[7]；符合腹腔镜CRC根治术适应证[8]；年龄≥65岁；美国麻醉医师协会分级为Ⅰ级或Ⅱ级；术前认知功能正常。排除标准：合并严重基础疾病、主要脏器功能不全和/或肿瘤远处转移等；合并已知药物成分过敏；有麻醉禁忌证；合并神经系统疾病；术前接受放疗、化疗或免疫治疗；术前服用抗氧化剂或精神类药物；中转开腹手术。本研究经医院医学伦理委员会审批，审批号：KY2023079。

表1　两组患者一般资料比较

Table 1　Comparison of general data between the two groups

组别	性别 例(%)		年龄/岁	体重指数/(kg/m²)	美国麻醉医师协会分级 例(%)	
	男	女			Ⅰ级	Ⅱ级
对照组($n=45$)	26(57.78)	19(42.22)	72.36±5.24	23.15±2.87	32(71.11)	13(28.89)
观察组($n=45$)	24(53.33)	21(46.67)	71.89±5.67	22.94±3.12	29(64.44)	16(35.56)
t/χ^2值	0.18		0.41†	0.33†	0.46	
P值	0.671		0.684	0.740	0.498	

组别	肿瘤分期 例(%)			疾病类型 例(%)	
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	结肠癌	直肠癌
对照组($n=45$)	16(35.56)	19(42.22)	10(22.22)	24(53.33)	21(46.67)
观察组($n=45$)	15(33.33)	22(48.89)	8(17.78)	22(48.89)	23(51.11)
t/χ^2值	0.47			0.18	
P值	0.789			0.673	

注：†为t值。

1.2　方法

1.2.1　样本量计算　采用G*Power 3.1软件进行样本量估算。基于前期预实验数据，设定预期相关系数$r=0.3$，$\alpha=0.05$，power = 0.8，双侧检验。计算得出每组需41例患者。考虑20.00%的脱落率，最终确定样本量为每组45例，总计90例。

1.2.2　分组　本研究采用单盲设计。患者不知晓分组情况。负责术后评估的研究人员不参与麻醉管理，且不知晓分组信息。

1.2.3　麻醉前准备　评估患者情况，常规禁食禁水，建立静脉通路，并监护生命体征。术前肌注咪达唑仑0.03 mg/kg和长托宁0.01 mg/kg。面罩吸入纯氧5 min后，静脉缓慢推注1 μg/kg瑞芬太尼，丙泊酚诱导剂量按1.00～1.50 mg/kg个体化给药，以1.50 mg/kg为最大剂量，联合0.15 mg/kg顺式阿曲库铵，结合老年患者年龄、体质量和生命体征，实时调整用药量与推注速度，避免单次大剂量给药，导致血流动力学剧烈波动。插管后给予机械通气，通气频率为10～15次/min，潮气量为6～8 mL/kg，呼气末正压通气为6 cmH_2O，吸入氧浓度为50.00%，维持呼气末二氧化碳分压在30～40 mmHg。

1.2.4　麻醉维持　对照组采用4～6 mg/（kg·h）丙泊酚给予麻醉。观察组采用1至2 mg/（kg·h）丙泊酚持续静脉输注，联合七氟烷吸入麻醉，初始吸入浓度设置为1.00%。两组患者术中均给予0.1 μg/（kg·min）瑞芬太尼和0.05 mg/（kg·h）顺式阿曲库铵微量泵持续输注；使用美国Aspect Medical Systems公司的脑电双频指数（electroencephalogram bispectral index，BIS）

监测仪，持续监测BIS值，通过调整丙泊酚靶浓度或七氟烷吸入浓度，将BIS值维持在40～60，记录术中BIS值。术毕，停止输注丙泊酚，观察组缝皮时停止吸入七氟烷，待患者自主呼吸恢复后拔管。

1.2.5 术后疼痛管理 术后常规采用多模式镇痛方案：术毕采用舒芬太尼1.5 μg/kg+托烷司琼5 mg，予以静脉镇痛泵持续镇痛，持续输注速率为2 mL/h；对于视觉模拟评分法（visual analogue scale，VAS）评分≥4分的患者，予以氟比洛芬酯50 mg静脉滴注，行补救性镇痛。

1.3 观察指标

1.3.1 血流动力学指标 于麻醉前（T_0）、麻醉15 min（T_1）、麻醉30 min（T_2）和术毕即刻（T_3），记录两组患者心率（heart rate，HR）、平均动脉压（mean arterial pressure，MAP）和经皮动脉血氧饱和度（percutaneous arterial oxygen saturation，SpO_2）。

1.3.2 麻醉相关情况 记录麻醉复苏时间、拔管时间和术中BIS值。

1.3.3 术后疼痛 于术后2、6、12和24 h，采用VAS评分评估患者疼痛程度。VAS总分为0～10分，分值越高，表示疼痛越剧烈[9]。

1.3.4 免疫功能 于术前、术后24 h和术后72 h，采用美国贝克曼库尔特公司的CytoFLEX流式细胞仪，测定患者$CD3^+$、$CD4^+$和$CD8^+$水平，并计算$CD4^+/CD8^+$。

1.3.5 氧化应激水平 于术前和术后24 h，采用酶联免疫吸附试验（试剂盒生产厂商：上海酶联生物科技有限公司），检测样本超氧化物歧化酶（superoxide dismutase，SOD）、皮质醇（cortisol，Cor）和丙二醛（malondialdehyde，MDA）水平。

1.3.6 术后认知功能 于术前、术后24 h、术后7 d和术后30 d，采用蒙特利尔认知功能评估量表（Montreal cognitive assessment scale，MoCA）和简易精神状态检查量表（mini mental status examination，MMSE），评估患者认知功能。MMSE量表和MoCA量表的总分均为0～30分，分值越高，表示认知功能越好[10]。

1.3.7 不良反应 记录两组患者恶心、呕吐、呼吸抑制、头晕、头疼和嗜睡等不良反应的发生情况。

1.4 统计学方法

采用SPSS 27.0统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，两组间比较采用独立样本t检验，组内两两比较采用配对t检验，多时点重复测量数据采用重复测量方差分析，两两比较用LSD-t检验；计数资料以例（%）表示，组间比较采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者血流动力学指标比较

两组患者各时点（T_0、T_1、T_2和T_3）HR和MAP均存在时间、组间和交互效应，且在同一时间点（T_1、T_2和T_3）观察组HR和MAP明显高于对照组（$P<0.05$）。两组患者各时点SpO_2无时间、组间和交互效应（$P>0.05$）。见表2。

2.2 两组患者麻醉相关情况比较

两组患者BIS值比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。观察组麻醉复苏时间和拔管时间明显短于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表3。

2.3 两组患者术后疼痛程度比较

观察组术后2、6、12和24 h的VAS评分明显低于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表4。

2.4 两组患者免疫功能比较

两组患者术后24和72 h的$CD3^+$、$CD4^+$和$CD4^+/CD8^+$较术前明显下降，$CD8^+$较术前明显上升，但观察组同一时间点$CD3^+$、$CD4^+$和$CD4^+/CD8^+$明显高于对照组，$CD8^+$明显低于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表5。

2.5 两组患者氧化应激水平比较

两组患者术后24 h的MDA和Cor水平较术前升高，但观察组明显低于对照组；两组患者术后24 h的SOD水平较术前降低，但观察组明显高于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表6。

2.6 两组患者术后认知功能比较

两组患者不同时点（术前、术后24 h、术后7 d和术后30 d）MMSE评分和MoCA评分存在时间、组间和交互效应（$P<0.05$），且在同一时间点（术后24 h、术后7 d和术后30 d）观察组MMSE评分和MoCA评分高于对照组。见表7。

2.7 两组患者不良反应比较

两组患者不良反应总发生率比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表8。

表 2　两组患者血流动力学指标比较　（$\bar{x} \pm s$）

Table 2　Comparison of hemodynamic indexes between the two groups　（$\bar{x} \pm s$）

组别	HR/（次/min）			
	T_0	T_1	T_2	T_3
对照组（n = 45）	76.84±8.15	65.32±7.24	63.15±6.87	67.28±7.53
观察组（n = 45）	77.13±7.92	70.45±6.83†	68.27±6.42†	72.61±7.18†
F值$_{组间/时间/交互}$	48.73/33.27/41.56			
P值$_{组间/时间/交互}$	< 0.001/< 0.001/< 0.001			
组别	MAP/mmHg			
	T_0	T_1	T_2	T_3
对照组（n = 45）	92.47±7.85	78.35±6.92	75.68±7.24	80.12±8.03
观察组（n = 45）	91.83±8.12	86.24±7.53†	84.79±6.72†	88.35±7.28†
F值$_{组间/时间/交互}$	47.65/31.93/42.17			
P值$_{组间/时间/交互}$	< 0.001/< 0.001/< 0.001			
组别	SpO_2/%			
	T_0	T_1	T_2	T_3
对照组（n = 45）	98.21±1.12	98.05±1.32	97.94±1.41	98.12±1.23
观察组（n = 45）	98.32±1.08	98.14±1.21	98.03±1.33	98.25±1.17
F值$_{组间/时间/交互}$	1.25/0.87/0.62			
P值$_{组间/时间/交互}$	0.294/0.520/0.538			

注：†为与对照组比较，差异有统计学意义（P < 0.05）。

表 3　两组患者麻醉相关情况比较　（$\bar{x} \pm s$）

Table 3　Comparison of anesthesia-related conditions between the two groups　（$\bar{x} \pm s$）

组别	麻醉复苏时间/min	拔管时间/min	BIS 值
对照组（n = 45）	14.83±3.26	23.61±4.56	48.33±4.25
观察组（n = 45）	10.37±2.15	17.47±5.87	47.92±4.56
t值	7.66	5.54	0.44
P值	< 0.001	< 0.001	0.660

表 4　两组患者 VAS 评分比较　（分，$\bar{x} \pm s$）

Table 4　Comparison of VAS scores between the two groups　（points，$\bar{x} \pm s$）

组别	术后 2 h	术后 6 h	术后 12 h	术后 24 h
对照组（n = 45）	4.82±1.24	3.93±1.03	3.55±0.87	3.22±0.82
观察组（n = 45）	3.64±0.92	3.12±0.73	2.73±0.64	2.24±0.53
t值	5.13	4.30	5.09	6.73
P值	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

表5 两组患者免疫功能比较 （$\bar{x} \pm s$）

Table 5 Comparison of immune function between the two groups （$\bar{x} \pm s$）

组别	$CD3^+$/%			$CD4^+$/%		
	术前	术后 24 h	术后 72 h	术前	术后 24 h	术后 72 h
对照组（n = 45）	62.35±5.12	54.28±4.83†	57.69±5.04†	38.52±3.81	31.63±3.24†	34.28±3.52†
观察组（n = 45）	63.17±4.95	58.76±5.27†	61.05±4.73†	39.28±4.03	35.82±3.65†	37.53±3.91†
t 值	0.77	4.20	3.26	0.92	5.76	4.14
P 值	0.442	< 0.001	0.002	0.360	< 0.001	< 0.001

组别	$CD8^+$/%			$CD4^+/CD8^+$		
	术前	术后 24 h	术后 72 h	术前	术后 24 h	术后 72 h
对照组（n = 45）	19.15±3.42	24.67±4.15†	22.84±3.78†	1.52±0.21	1.18±0.19†	1.28±0.20†
观察组（n = 45）	19.06±3.38	22.24±3.86†	20.95±3.62†	1.55±0.23	1.35±0.22†	1.40±0.24†
t 值	0.13	2.88	2.42	0.65	3.92	2.58
P 值	0.900	0.005	0.017	0.520	< 0.001	0.012

注：†与术前比较，差异有统计学意义（P < 0.05）。

表6 两组患者氧化应激水平比较 （$\bar{x} \pm s$）

Table 6 Comparison of oxidative stress levels between the two groups （$\bar{x} \pm s$）

组别	MDA/（μmol/L）		Cor/（ng/mL）		SOD/（u/mL）	
	术前	术后 24 h	术前	术后 24 h	术前	术后 24 h
对照组（n = 45）	6.85±0.92	13.78±1.25†	223.52±28.42	362.73±51.62†	65.38±8.75	46.35±7.28†
观察组（n = 45）	6.79±0.88	10.19±1.04†	224.81±29.15	286.34±43.52†	66.24±9.08	55.32±8.36†
t 值	0.32	14.81	0.21	7.59	0.46	5.43
P 值	0.753	< 0.001	0.832	< 0.001	0.648	< 0.001

注：†与术前比较，差异有统计学意义（P < 0.05）。

表7 两组患者术后认知功能比较 （分，$\bar{x} \pm s$）

Table 7 Comparison of postoperative cognitive function between the two groups （points，$\bar{x} \pm s$）

组别	MMSE 评分			
	术前	术后 24 h	术后 7 d	术后 30 d
对照组（n = 45）	28.35±1.92	23.52±2.34	25.81±2.11	27.12±1.98
观察组（n = 45）	28.47±2.08	25.83±2.07†	26.95±1.89†	28.01±1.76†
F 值$_{组间/时间/交互}$	12.47/45.29/8.63			
P 值$_{组间/时间/交互}$	< 0.001/< 0.001/< 0.001			

组别	MoCA 评分			
	术前	术后 24 h	术后 7 d	术后 30 d
对照组（n = 45）	26.82±2.18	21.57±2.53	23.42±2.25	25.76±2.14
观察组（n = 45）	26.93±2.31	24.28±2.14†	25.63±2.07†	26.89±1.92†
F 值$_{组间/时间/交互}$	14.82/51.45/9.25			
P 值$_{组间/时间/交互}$	< 0.001/< 0.001/< 0.001			

注：†为与对照组比较，差异有统计学意义（P < 0.05）。

表 8　两组患者不良反应比较

Table 8　Comparison of adverse reactions between the two groups

组别	恶心、呕吐/例	呼吸抑制/例	头晕/例	头疼/例	嗜睡/例	总发生率 例(%)
对照组(n = 45)	3	2	1	1	1	8(17.78)
观察组(n = 45)	2	0	1	0	2	5(11.11)
χ^2值						0.81
P值						0.368

3　讨论

3.1　老年患者腹腔镜CRC根治术麻醉管理中的难点

老年患者腹腔镜CRC根治术的麻醉管理，面临的主要问题包括：心肺储备功能不足，对麻醉药物敏感性增高及气腹相关生理改变等。老年患者常合并心血管疾病、呼吸系统疾病及代谢异常等影响心肺储备功能和药物代谢能力的基础疾病，导致患者心肺代偿能力下降，对围手术期血流动力学波动耐受性差，麻醉在充分镇静镇痛的同时，需要注意维持血液学循环稳定，避免发生低血压、HR失常及心肌缺血等并发症。此外，老年患者肝肾功能下降，中枢神经系统退行性变化较明显，对麻醉药物的敏感性上升，易出现术后认知功能障碍和麻醉药物蓄积风险。且腹腔镜手术需建立气腹，腹内压升高可能导致膈肌上抬、肺顺应性下降及静脉回流受限，从而加重呼吸和循环负担，增加老年患者低氧血症及二氧化碳潴留的风险。由此可见，在保证麻醉充分的前提下，减少药物用量，减轻氧化应激和神经系统损伤，是老年患者腹腔镜CRC根治术麻醉管理中的关键。

3.2　丙泊酚和七氟烷的药理特性和适用场景

丙泊酚通过增强γ-氨基丁酸受体（γ-aminobutyric acid receptor，GABA receptor）活性，抑制中枢神经兴奋性，实现麻醉诱导与维持。其优势在于：麻醉复苏迅速，恢复质量高，且对术后认知功能的短期影响较小。然而，丙泊酚可能导致低血压和呼吸抑制的发生，且其代谢依赖肝肾功能[11-12]。七氟烷作为吸入麻醉药，其通过调节GABA receptor和N-甲基-D-天门冬氨酸受体达到麻醉效果，适用于全身麻醉诱导与维持，具有诱导速度快、麻醉复苏时间短、轻度扩张血管、MAP呈剂量依赖性下降、HR稳定、呼吸抑制较轻和肺保护效应等优势[13]。有研究[14]表明，七氟烷复合低剂量丙泊酚可整合两者优势：七氟烷维持循环稳定，丙泊酚拮抗氧化损伤。将七氟烷复合丙泊酚用于腹腔镜腹股沟疝修复术，可明显改善患者免疫功能。

3.3　七氟烷复合丙泊酚全身麻醉用于老年患者腹腔镜CRC根治术的优势

3.3.1　*减轻氧化应激反应并提高认知功能*　七氟烷复合丙泊酚全身麻醉，用于老年患者腹腔镜CRC根治术，可通过协同机制，明显优化氧化应激调控与认知功能保护的效果。七氟烷可减轻气腹导致的缺血再灌注损伤，减少氧自由基的生成[15]。丙泊酚联合七氟烷可明显降低MDA水平，减少氧化应激损伤[16]。七氟烷可能增加Aβ沉积和Tau蛋白磷酸化，激活小胶质细胞，引发神经炎症，导致患者认知障碍[17]。七氟烷虽然可能存在神经毒性的风险，但本研究观察组术后认知功能评分（MMSE和MoCA）均高于对照组，这提示：七氟烷联合丙泊酚，对老年患者腹腔镜CRC根治术的认知功能影响较小。其原因可能与联合使用时，七氟烷剂量较小，且丙泊酚可以抑制小胶质细胞激活，降低炎症因子水平，减轻神经炎症等机制有关[18]。

3.3.2　*血流动力学波动小且术后恢复好*　两组患者麻醉后血流动力学均受到不同程度的影响，但观察组较对照组变化幅度小，且观察组麻醉复苏和拔管时间更短，疼痛程度更轻。这提示：老年患者采用七氟烷联合丙泊酚全身麻醉行腹腔镜CRC根治术，血流动力学更稳定，麻醉复苏更快。老年患者常合并心血管疾病，术中血流动力学剧烈波动，可能诱发心脑血管事件。此外，腹腔镜CRC根治术需长时间维持气腹，导致膈肌上抬，胸腔容积减少，进而影响肺顺应性和氧合能力。同时，气腹引起的腹腔内压力变化，术中探查和牵拉肿瘤组织，都可能诱发内脏缺血再灌注损伤和应激反应，加剧氧化应激反应，影响血流动力学的稳定性和术后恢复。丙泊酚通过抑制交感神经

兴奋性降低HR和MAP，但其单独使用易出现低血压[19]。而七氟烷血流动力学稳定性佳，其联合丙泊酚共同使用，可减轻血管扩张效应。两者联合应用，可通过剂量互补，维持血流动力学稳定，从而减小HR和MAP的波动幅度，提高老年患者围手术期安全性，降低循环波动风险。

3.3.3 提高免疫功能并减轻氧化应激反应 本研究结果显示，术后24和72 h，观察组免疫功能优于对照组，术后24 h，氧化应激反应轻于对照组，这提示：七氟烷联合丙泊酚，对老年患者腹腔镜CRC根治术的免疫功能和氧化应激的影响较小。手术应激和麻醉药物均可激活交感神经系统，导致外周血儿茶酚胺类激素升高，儿茶酚胺类激素通过β_2肾上腺素能受体下调$CD4^+$ T细胞活性，并上调$CD8^+$ T细胞活性[20–21]。联合麻醉方案中，减少丙泊酚用量，再利用七氟烷的镇静效应，降低了交感神经兴奋性，从而减轻了激素对免疫功能的干扰。同时，丙泊酚可以中和氧自由基，降低MDA水平，七氟烷可减少氧自由基生成，进一步降低MDA水平。

综上所述，七氟烷复合丙泊酚全身麻醉，可稳定老年患者腹腔镜CRC根治术中的血流动力学，降低围手术期氧化应激水平，改善术后早期认知功能，缓解术后疼痛，维持患者免疫功能，具有一定的临床应用价值。

参 考 文 献：

[1] Baidoun F, Elshiwy K, Elkeraie Y, et al. Colorectal cancer epidemiology: recent trends and impact on outcomes[J]. Curr Drug Targets, 2021, 22(9): 998-1009.

[2] Shinji S, Yamada T, Matsuda A, et al. Recent advances in the treatment of colorectal cancer: a review[J]. J Nippon Med Sch, 2022, 89(3): 246-254.

[3] 罗宁, 叶春艳, 刘星扬, 等. 腹腔镜结直肠癌手术术后神经认知恢复延迟风险预测模型的建立与验证[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(4): 603-611.
Luo Ning, Ye Chunyan, Liu Xingyang, et al. Establishment and validation of a risk prediction model for delayed neurocognitive recovery after laparoscopic colorectal cancer surgery[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(4): 603-611.

[4] Barbosa E C, Espírito Santo P A, Baraldo S, et al. Remimazolam versus propofol for sedation in gastrointestinal endoscopic procedures: a systematic review and Meta-analysis[J]. Br J Anaesth, 2024, 132(6): 1219-1229.

[5] 朱金有, 刘振华, 钟瑞逢, 等. miR-126对七氟烷麻醉致老龄大鼠认知功能障碍的影响及机制[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(5): 1215-1219.
Zhu Jinyou, Liu Zhenhua, Zhong Ruifeng, et al. Effects and mechanisms of miR-126 on cognitive dysfunction in aged rats induced by sevoflurane anesthesia[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2024, 44(5): 1215-1219.

[6] 吴健, 王波, 皮勇, 等. 丙泊酚联合不同浓度七氟烷维持全麻对老年腹腔镜手术患者苏醒时间及术后认知功能的影响[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(16): 3901-3903.
Wu Jian, Wang Bo, Pi Yong, et al. The influence of propofol combined with different concentrations of sevoflurane maintaining general anesthesia on the recovery time and postoperative cognitive function of elderly patients undergoing laparoscopic surgery[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2024, 44(16): 3901-3903.

[7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 中华医学会肿瘤学分会. 中国结直肠癌诊疗规范 (2023 年版)[J]. 中华外科杂志, 2023, 61(8): 617-644.
National Health Commission of the People's Republic of China, Chinese Society of Oncology. Chinese protocol of diagnosis and treatment of colorectal cancer (2023 edition)[J]. Chinese Journal of Surgery, 2023, 61(8): 617-644.

[8] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组, 中华医学会外科学分会结直肠外科学组, 中国医师协会外科医师分会结直肠外科专家工作组, 等. 腹腔镜结直肠癌根治术操作指南 (2023 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2024, 23(1): 10-22.
Laparoscopic & Endoscopic Surgery Group, Branch of Surgery, Chinese Medical Association, Colorectal Surgery Group, Branch of Surgery, Chinese Medical Association, Chinese Society of Colon and Rectal Surgeons, Chinese Medical Doctor Association, et al. Guideline for operative procedure of laparoscopic radical surgery for colorectal cancer (2023 edition)[J]. Chinese Journal of Digestive Surgery, 2024, 23(1): 10-22.

[9] 闫诺, 马玉倩, 李宏. 不同剂量艾司氯胺酮联合丙泊酚用于老年患者内镜逆行胰胆管造影术的麻醉效果[J]. 中国内镜杂志, 2025, 31(2): 38-44.
Yan Nuo, Ma Yuqian, Li Hong. Anesthetic effect of different doses of esketamine combined with propofol for endoscopic retrograde cholangiopancreatography in elderly patients[J]. China Journal of Endoscopy, 2025, 31(2): 38-44.

[10] 牛伟华, 杨慧锋. MoCA和MMSE量表评估慢性心力衰竭患者认知功能障碍的应用比较[J]. 护士进修杂志, 2022, 37(20): 1825-1828.
Niu Weihua, Yang Huifeng. Comparison of the application of MoCA and MMSE in the assessment of cognitive impairment in patients with chronic heart failure[J]. Journal of Nurses Training, 2022, 37(20): 1825-1828.

[11] Chen Z W, Chintala S M, Bracamontes J, et al. Three classes of propofol binding sites on GABA receptors[J]. J Biol Chem, 2024, 300(10): 107778.

[12] Hauquiert B, Blackman S, Perriens E, et al. Propofol curtails

survival in perioperative and critically ill patients by a relative reduction of 10%: should propofol be abandoned[J]. Ann Transl Med, 2024, 12(5): 98.

[13] Wu Hao, Wang Sheng, Dai Feibiao, et al. Research progress in the clinical application of inhaled anesthetic sevoflurane[J]. Med Gas Res, 2025, 15(1): 85-92.

[14] 徐艳, 华豪. 七氟烷+丙泊酚全麻对腹腔镜腹股沟疝修补术患者免疫功能与认知功能的影响[J]. 中国免疫学杂志, 2025, 41(2): 408-412.
Xu Yan, Hua Hao. Effects of sevoflurane+propofol general anesthesia on immune function and cognitive function in patients with laparoscopic inguinal hernia repair[J]. Chinese Journal of Immunology, 2025, 41(2): 408-412.

[15] Zhang Li, Huang Li, Wang Jingxian, et al. Sevoflurane postconditioning improves spatial learning and memory ability involving mitochondrial permeability transition pore in hemorrhagic shock and resuscitation rats[J]. Brain Behav, 2020, 10(1): e01501.

[16] Xuan Wenting, Lu Xinyi, Yang Zeyong, et al. Propofol protects against erastin-induced ferroptosis in HT-22 cells[J]. J Mol Neurosci, 2022, 72(9): 1797-1808.

[17] Sun Mingyang, Xie Zhongcong, Zhang Jiaqiang, et al. Mechanistic insight into sevoflurane-associated developmental neurotoxicity[J]. Cell Biol Toxicol, 2022, 38(6): 927-943.

[18] Guan Shuyuan, Sun Lingbin, Wang Xihua, et al. Propofol inhibits neuroinflammation and metabolic reprogramming in microglia in vitro and in vivo[J]. Front Pharmacol, 2023, 14: 1161810.

[19] Wang Qi, Luan Jing, Yu Wenli. Effects of sevoflurane and propofol for elderly patients: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Res Med Sci, 2025, 30: 22.

[20] Li Yangyi, Wu Jiangyan, Chen Chengbo, et al. Effects of spinal-epidural anesthesia combined with intravenous etomidate on adrenocortical and immune stress in elderly patients undergoing anorectal surgery: a retrospective analysis[J]. Biomol Biome, 2025, 25(3): 701-707.

[21] Chhatar S, Lal G. Role of adrenergic receptor signalling in neuroimmune communication[J]. Curr Res Immunol, 2021, 2: 202-217.

（吴静 编辑）

本文引用格式：

虞萌, 申蓓, 石进涛. 老年患者腹腔镜结直肠癌根治术中七氟烷-丙泊酚联合麻醉对氧化应激和术后认知功能的影响[J]. 中国内镜杂志, 2026, 32(7): 9-17.

Yu Meng, Shen Bei, Shi Jintao. Effect of sevoflurane combined with propofol general anesthesia on oxidative stress and postoperative cognitive function in elderly patients undergoing laparoscopic radical resection of colorectal cancer[J]. China Journal of Endoscopy, 2026, 32(7): 9-17.