doi:10.11659/jjssx.01E020087

·临床研究·

不同 CO_2 压力对腹腔镜直肠癌根治术患者术中应激反应及胃肠功能的影响

唐小兵[1],张 超[2],周 涛[1],王 波[1],张 锐[1] (1.四川省安岳县人民医院胃肠外科,四川 安岳 642350;2.陆军军医大学第一附属医院普外科,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 对比分析腹腔镜直肠癌根治术中不同二氧化碳(CO_2)气腹压力对患者应激反应及胃肠功能的影响。**方法** 选择2014年3月至2019年4月在四川省安岳县人民医院接受腹腔镜根治术治疗的93例直肠癌患者,根据随机数字表法将其分为低、中、高气腹压力组,每组31例。所有患者手术方式、麻醉方法、用药等均一致,术中低气腹压力组 CO_2 气腹压力为10 mmHg,中气腹压力组为12 mmHg,高气腹压力组为15 mmHg;记录并比较3组患者气腹持续时间、术中失血量、手术时间,分别于入室时(T0)、注气针穿刺时(T1)、气腹成功建立时(T2)及放气后10 min(T3)采集患者血液样本,检测患者皮质醇、肾上腺素、血浆D-乳酸水平;记录并比较3组患者术后首次排气、排便、肠鸣音、进食等用时及术后并发症发生情况。**结果** 各组患者手术相关指标及并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$);3组在T1、T2、T3的皮质醇、肾上腺素、血浆D-乳酸水平均较T0升高,差异有统计学意义($P<0.05$);高气腹压力组各时点皮质醇、肾上腺素水平均高于其他组,差异有统计学意义($P<0.05$);高气腹压力组胃肠功能恢复用时最长($P<0.05$)。**结论** 在10~15 mmHg的 CO_2 气腹压力范围内均可顺利开展腹腔镜直肠癌根治术,且不会影响患者术后胃肠道功能的恢复,但随着压力的增加,患者术中应激反应加重,肠黏膜损伤情况较明显,气腹压力应以10~12 mmHg为宜。

[关键词] 直肠癌;腹腔镜根治术;CO_2 气腹压力;人工气腹;应激反应;胃肠功能

[中图分类号] R735.3+7 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-01-16

Effect of different CO_2 pressure on intraoperative stress response and gastrointestinal function in patients with laparoscopic radical resection for rectal cancer

TANG Xiao-bing[1],ZHANG Chao[2],ZHOU Tao[1],WANG Bo[1],ZHANG Rui[1] (1.Department of Gastrointestinal Surgery,People's Hospital of Anyue County,Anyue Sichuan 642350,China;2.Department of General Surgery,First Affiliated Hospital of Army Medical University,Chongqing 400038,China)

Abstract: Objective To compare the effect of different carbon dioxide (CO_2) pressure on intraoperative stress response and gastrointestinal function in patients with laparoscopic radical resection for rectal cancer. **Methods** A total of 93 patients with rectal cancer who underwent laparoscopic radical resection in the people's hospital of Anyue county from March 2014 to April 2019 were selected as the subjects. These patients were divided into low pneumoperitoneum pressure group,middle pneumoperitoneum pressure group and high pneumoperitoneum

[通信作者] 张 超,E-mail:ZhangChao5642@163.com

[19] Park HY,Sheppard W,Smith R,et al. The combined administration of vancomycin IV,standard prophylactic antibiotics,and vancomycin powder in spinal instrumentation surgery:does the routine use affect infection rates and bacterial resistance? [J]. J Spine Surg,2018,4(2):173. doi:10.21037/jss.2018.05.04.

[20] Fred A,Michael R,Sliva C. Intrawound application ofvancomycin for prophylaxis in instrumented thoracolumbar fusions[J]. Spine,2011,36(24):2084-2088. doi:10.1097/BRS.0b013e3181ff2cb1.

[21] Schroeder JE,Girardi FP,Sandhu H,et al. The use of local vancomycin powder in degenerative spine surgery[J]. Eur Spine J,2016,25(4):1029-1033. doi:10.1007/s00586-015-4119-3.

[22] Khanna K,Valone III F,Tenorio A,et al. Local application of vancomycin in spine surgery does not result in increased vancomycin-resistant bacteria:10-year data[J]. Spine Deform,2019,7(5):696-701. doi:10.1016/j.jspd.2019.01.005.

[23] Adhikari P,Nabiyev VN,Bahadir S,et al. Does the application of topical intrawound vancomycin powder affect deep surgical site infection and the responsible organisms after spinal surgery? A retrospective case series with a historical control group[J]. Asian Spine J,2019,14(1):72-78. doi:10.31616/asj.2018.0298.

[24] Grabel ZJ,Boden A,Segal DN,et al. The impact of prophylactic intraoperative vancomycin powder on microbial profile,antibiotic regimen,length of stay,and reoperation rate in elective spine surgery[J]. Spine J,2019,19(2):261-266. doi:10.1016/j.spinee.2018.05.036.

[25] Takahashi H,Wada A,Iida Y,et al. Antimicrobial prophylaxis for spinal surgery[J]. J Orthop Sci,2009,14(1):40-44. doi:10.1007/s00776-008-1296-5.

[26] 张中伟,陆惠根,徐红伟.脊柱术后急性感染的治疗[J].中华医院感染学杂志,2011,21(9):1783-1784.

(编辑:杨 颖)

pressure group according to the random number table method, with 31 cases in each group. The surgical method, anesthesia method and medication were the same for all patients. The intraoperative pneumoperitoneum pressure of low pneumoperitomeum pressure group, middle pneumoperitomeum pressure group and high pneumoperitomeum pressure group was 10 mmHg, 12 mmHg, and 15 mmHg, respectively. The duration of pneumoperitoneum, intraoperative blood loss, and operative time of the three groups were recorded and compared. Blood samples were collected at the time of admission (T0), at the time of air injection needle puncture (T1), at the time of successful pneumoperitoneum establishment (T2) and at 10 minutes after air disgassing (T3) so as to detect the levels of cortisol, epinephrine, and plasma D-lactic acid. The postoperative recovery time postoperative exhaust, defecation, borborygmus, food intake and the occurrence of postoperative complications were recorded and compared among the three groups. **Results** There was no statistical difference in the surgical indexes and the incidence of complications among the three groups ($P>0.05$). The levels of cortisol, epinephrine, and plasma D-lactic acid in three groups at T1, T2, and T3 were higher than those at T0, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The levels of cortisol, epinephrine in the high pneumoperitomeum pressure group at each time were higher than those in the other two groups with statistically significant differences ($P<0.05$). Among the three groups, the recovery time of gastrointestinal function in the high pneumoperitomeum pressure group was the longest ($P<0.05$). **Conclusion** Laparoscopic radical resection for rectal cancer under the CO_2 pneumoperitoneum pressure of 10 ~ 15 mmHg will not affect the smooth operation and postoperative recovery of gastrointestinal function. However, with the increase of pneumoperitoneum pressure, the patient's intraoperative stress response aggravates, and the intestinal mucosal injury is more obvious. The CO_2 pneumoperitoneum pressure should be controlled to 10 ~ 12 mmHg.

Keywords: rectal cancer; laparoscopic radical resection; CO_2 pneumoperitoneum pressure; artificial pneumoperitoneum; stress response; gastrointestinal function

腹腔镜下直肠癌根治术因具有创伤小、术后机体功能恢复快等优点已被临床广泛使用。腹腔镜手术在实施期间需连续向患者腹腔内注入一定压力的二氧化碳(carbon dioxide, CO_2),以形成人工气腹,保持稳定的腹腔内压水平[1]。气腹是腹腔镜手术成功的关键,在手术前必须先建立人工气腹,使腹膜壁与脏器分开,扩大腹腔以利于手术,同时避免套针穿刺进入腹腔时损伤脏器[2-3]。随着腹腔镜技术的不断应用,部分医师逐渐关注到术中不同气腹压力可能对腹腔镜手术患者带来的影响,包括呼吸功能、循环功能等[4]。虽然高压力的 CO_2 气腹可形成更清晰的术野及更开放的操作空间,但高压力气腹后,患者自身对 CO_2 的溶解吸收会带来一系列生理学影响,尤其是对患者造成的呼吸及循环功能影响已在学术界达成基本共识[5]。也有文献显示,气腹压力会影响患者的肠道功能[6]。但不同的气腹压力对患者肠道功能的影响是否相近,改变气腹压力能否改善这种影响尚不清楚。本研究对比了不同 CO_2 压力建立人工气腹行腹腔镜直肠癌根治术中患者的应激反应及胃肠功能情况,旨在为临床直肠癌患者腹腔镜根治术中选择合理的 CO_2 气腹压力提供依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择 2014 年 3 月至 2019 年 4 月在四川省安岳县人民医院接受腹腔镜根治术治疗的 93 例直肠癌患者作为研究对象,其中男 58 例,女 35 例;年龄 31 ~ 75 岁,平均(55.02 ± 5.57)岁;体质量 44 ~ 81 kg,平均(59.45 ± 11.02)kg;美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiology, ASA)分级:Ⅰ级 52 例,Ⅱ级 41 例;肿瘤 TNM 分期:Ⅰ期 14 例,Ⅱ期 26 例,Ⅲ期 53 例。纳入标准:①经肿瘤标记物、影像学、病理活检等确诊;②符合腹腔镜下直肠癌根治术适应证;③肿瘤 TNM 分期≤Ⅲ期;④麻醉分级≤Ⅱ级;⑤年龄 <80 岁。排除标准:①远处转移;②合并心、肝、肾等脏器功能不全;③肠梗阻;④凝血功能异常;⑤合并其他肿瘤疾病。

本研究获得医院伦理委员会批准,患者及家属知情并签署同意书。根据随机数字表法将患者分为低、中、高气腹压力组,每组各 31 例。各组患者性别、年龄、体质量、麻醉分级、肿瘤分期等临床资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性(表 1)。

1.2 方法

完善血压水平控制、血糖水平控制、肠道准备等术前准备,按照腹腔镜手术标准流程进行手术。术前 30 min患者肌肉注射阿托品 0.5 mg,留置尿管、胃管;常规全身麻醉后,使用 4 孔法将 Trocar 置入,并建立人工气腹,使用自动气腹机(STORZ Thermoflator)设定气腹压力,调控并维持气腹压力。低气腹压力组的气腹压力为 10 mmHg,该水平较腹腔内高压 1 级水平下限低;中气腹压力组的气腹压力为 12 mmHg,该水平较腹腔内高压1级水平的下限高;高气腹压力组的气腹

表1 各组患者临床资料比较($n=31$)

项目		低气腹压力组组	中气腹压力组	高气腹压力组	$\chi^2/F/Z$	P
性别[例(%)]	男	22(70.97)	20(64.52)	16(51.61)	2.566	0.326
	女	9(29.03)	11(35.48)	15(48.39)		
年龄(岁)		54.96±5.61	55.02±6.01	55.08±5.41	0.003	0.997
体质量(kg)		59.51±10.02	59.62±10.41	59.22±10.39	0.013	0.987
麻醉分级[例(%)]	Ⅰ级	15(48.39)	17(54.84)	20(64.52)	1.658	0.437
	Ⅱ级	16(51.61)	14(45.16)	11(35.48)		
肿瘤分期[例(%)]	Ⅰ期	3(9.68)	6(19.35)	5(16.13)	0.960	0.337
	Ⅱ期	10(32.26)	10(32.26)	6(19.35)		
	Ⅲ期	18(58.06)	15(48.39)	20(64.52)		

压力为15 mmHg,该水平是腹腔内高压1级水平的上限值。各组患者的充气速度均为3 mmHg/min,按照肿瘤的位置、大小等为患者选择合适的腹腔镜术式。严格参照腹腔镜结直肠癌根治术操作指南进行手术[7]。遵循肿瘤根治术的实施原则,清扫累及的淋巴结、肠系膜等后切除肠段,手术结束缝合切口,待麻醉清醒之后将患者送回病房。

1.3 评价指标

记录并比较3组患者气腹持续时间、术中失血量、手术时间。分别于入室时(T0)、注气针穿刺时(T1)、气腹成功建立时(T2)、放气后10 min(T3)采集患者血液样本,使用放射免疫法检测患者皮质醇水平,采用酶联免疫吸附法测定肾上腺素水平。同时测定各时点的血浆D-乳酸水平,以评估术中肠黏膜损害情况。记录并比较3组患者术后首次排气、排便、肠鸣音、进食等用时以及术后并发症发生情况,包括吻合口瘘、乳糜漏、急性胃肠损伤、出血、肠麻痹(术后48 h内仍无法闻及肠鸣音)。

1.4 统计学方法

应用SPSS 20.0统计学软件处理数据,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,3组间比较采用单因素方差分析,经SNK-q检验行组间两两比较;3组间单个指标多个时点检查结果比较,采用重复度量方差分析检验;计数资料以率表示,采用χ^2检验,若期望值<5,则采用连续矫正检验,等级资料采用秩和检验,$P<0.05$表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 手术相关指标

各组患者气腹持续时间、术中失血量、手术时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表2 各组手术相关指标比较($\bar{x}\pm s$,$n=31$)

组别	气腹持续时间(h)	术中失血量(mL)	手术时间(h)
低气腹压力组	1.54±0.23	104.25±7.11	2.29±0.54
中气腹压力组	1.60±0.20	105.01±5.24	2.39±0.61
高气腹压力组	1.51±0.30	103.69±3.29	2.35±0.57
P	0.348	0.633	0.789

2.2 术中应激指标水平变化情况比较

各组患者T1、T2、T3时点的皮质醇、肾上腺素水平均较T0时点升高($P<0.05$);高气腹压力组建立气腹后各时点的皮质醇、肾上腺素水平均高于低、中气腹压力组($P<0.05$),各指标组间、时点、组间与时点交互比较差异均有统计学意义($P>0.05$),见表3。

表3 各组术中应激指标水平变化情况比较($\bar{x}\pm s$,$n=31$)

组别	皮质醇(nmol/L)				肾上腺素(ng/mL)			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
低气腹压力组	200.45±19.55	321.69±20.21	371.45±21.25	302.11±23.21	47.02±8.21	55.12±9.21	77.02±10.24	70.12±12.12
中气腹压力组	201.56±19.26	333.17±25.21	382.11±22.47	314.17±24.51	46.96±8.45	59.46±10.17	82.11±12.12	75.46±12.35
高气腹压力组	203.17±22.21	511.14±24.17	546.51±21.22	432.41±23.46	47.15±8.62	79.84±12.14	110.12±13.47	96.96±13.17
$P_{组间}/P_{时点}/P_{交互}$		<0.001/<0.001/<0.001				<0.001/<0.001/<0.001		

2.3 患者术中各时点血浆D-乳酸水平比较

与T0时点比较,3组患者建立气腹后各时点的血浆D-乳酸水平均升高,差异均有统计学意义($P<0.05$);高气腹压力组建立气腹后各时点血浆D-乳酸水平均高于低、中气腹压力组,差异均有统计学意义($P<0.05$),低、中气腹压力组比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表4。

表4 各组患者术中各时点血浆D-乳酸水平比较($\bar{x}\pm s$,$n=31$,mmol/L)

组别	T0	T1	T2	T3
低气腹压力组	2.80±0.59	9.44±1.41*	7.61±1.84*	3.59±0.69*
中气腹压力组	2.82±0.62	10.35±2.71*	8.30±0.61*	3.90±0.64*
高气腹压力组	2.79±0.74	16.81±4.69*#△	14.79±3.81*#△	5.25±0.69*#△
P	0.983	<0.001	<0.001	<0.001

*:与同组T0时点比较,$P<0.05$;#:与低气腹压力组同时点比较,$P<0.05$;△:与中气腹压力组同时点比较,$P<0.05$

2.4 患者术后胃肠功能相关指标比较

低气腹压力组首次排气时间、首次排便时间、首次肠鸣音时间、首次进食时间最短,其次为中气腹压力组,高气腹压力组各指标用时最长,低、中气腹压力组各指标用时比较差异均无统计学意义($P>0.05$);高气腹压力组与其他2组比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表5。

表5 各组患者术后胃肠功能相关指标比较($\bar{x}\pm s$,$n=31$,d)

组别	排气时间	排便时间	肠鸣音时间	进食时间
低气腹压力组	2.09±0.31	2.21±0.26	1.84±0.30	2.41±0.27
中气腹压力组	2.15±0.29	2.29±0.31	1.87±0.34	2.52±0.33
高气腹压力组	3.22±0.26#△	3.69±0.44#△	2.80±0.31#△	3.31±0.31#△
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

#:与低气腹压力组比较,$P<0.05$;△:与中气腹压力组比较,$P<0.05$

2.5 术后并发症情况比较

各组患者并发症发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表6。

表6 各组术后并发症发生率比较[$n=31$,例(%)]

组别	吻合口瘘	乳糜漏	急性胃肠损伤	出血	肠麻痹
低气腹压力组	1(3.23)	0(0)	2(6.45)	0(0)	3(9.68)
中气腹压力组	3(9.68)	1(3.23)	4(12.90)	2(6.45)	4(12.90)
高气腹压力组	2(6.45)	2(6.45)	5(16.13)	1(3.23)	4(12.90)
χ^2	1.115	2.839	1.543	2.839	0.212
P	0.537	0.242	0.462	0.242	0.899

3 讨论

目前,腹腔镜技术被越来越多地应用于医学各领域,因其具有创伤小、术后恢复快等优点,目前已被普外科广泛使用。各项手术操作的顺利进行离不开清晰的手术视野及足够的操作空间,为了保证理想的操作视野及操作空间,腹腔镜手术开展前需建立人工气腹。早期建立气腹的气体介质以O_2、NO_2为主,但在使用期间发现O_2在术中会限制电刀的使用,且可能会带来空气栓塞的风险;而NO_2则会在患者腹腔内弥散,极易导致肠管扩张,引起肠管缺氧[8-9]。CO_2因具有较强溶解性、易排放、易获取等优点,目前已成为建立并维持人工气腹的有效气体介质[10-11]。但随着相关研究的深入分析发现,CO_2建立人工气腹会导致腹内压升高,造成膈肌上抬,影响患者心肺循环,造成术中血流动力学改变,诱发呼吸、内分泌、炎症反应等诸多应激反应[12]。产生这一结果考虑可能与压力过大有关,故寻找一个合理的CO_2气腹压力范围对确保手术顺利、有效及安全进行尤为关键。

Bogani等[13]发现,气腹压力为12 mmHg时给患者造成的血流动力学影响小于气腹压力为15 mmHg时,且气腹压力为15 mmHg的患者在术后临近苏醒时出现的心率增快、脉搏压降低、血氧饱和度降低等情况虽更明显,但仍然在可以控制的范围内,患者本身可以经生理代偿机制来抵消这些负性影响。然而,这种因高气腹压力造成的不良影响依然不能忽视。本研究将气腹压力设定为10 mmHg、12 mmHg、15 mmHg的低、中高气腹压力组,这些气腹压力均在可控制范围内,结果显示,3组患者术中失血量、手术时间、气腹维持时间比较差异均无统计学意义,与叶永茂等[14]的研究结果一致。本研究发现,3组患者术后并发症发生率也无统计学差异,提示这3种CO_2气腹压力对腹腔镜直肠癌根治术本身并不会造成较大影响,CO_2气腹压力的升高也不会增加术后并发症发生风险,安全性均较理想。

皮质醇、肾上腺素均是主要的应激反应指标,其表达升高提示机体处于应激状态,且随着表达水平的不断升高,应激程度加重[15-17]。本研究结果显示,3组患者气腹建立后各时点的应激反应指标水平均较入室时升高,表明人工气腹的建立均会导致一定程度的应激反应;但高气腹压力组在气腹建立后各时点皮质醇、肾上腺素水平均高于低气腹压力组和中气腹压力组,表明气腹压力的升高会导致应激反应加重,提示在腹腔镜直肠癌根治术期间,建立人工气腹时应尽可能地保证气腹压力控制在10~12 mmHg范围内,以减少应激反应。

D-乳酸主要由胃肠道细菌发酵后合成分泌而来,在外界因素引起肠黏膜的通透性升高后,D-乳酸会经肠系膜的毛细血管进入到血液循环中,引起血循环中的D-乳酸浓度增加[18-19]。故检测D-乳酸浓度可以用于评估患者术中肠黏膜损害情况[20]。本研究结果显示,气腹建立后各时点3组血浆D-乳酸水平均较入室时升高,其中低气腹压力组和中气腹压力组升高幅度小于高气腹压力组,表明当CO_2气腹压力设定为15 mmHg时会导致肠黏膜屏障受损,损害患者胃肠道功能。为进一步证实该结果,本研究还对比了3组术后各胃肠道功能恢复时间,结果显示,高气腹压力组各胃肠道功能恢复时间最长,明显长于低气腹压力组与中气腹压力组,且低气腹压力组和中气腹压力组比较未见统计学差异,表明CO_2气腹压力为15 mmHg时会

损伤腹腔镜直肠癌根治术患者肠黏膜功能,导致术后胃肠功能恢复缓慢。故建议腹腔镜直肠癌根治术中气腹压力不可设置为 15 mmHg,以 10~12 mmHg 为宜。

综上所述,在 10~15 mmHg 的 CO_2 气腹压力范围内均可顺利开展腹腔镜直肠癌根治术,且不会影响患者术后胃肠道功能的恢复,但随着压力的增加,患者术中应激反应加重,肠黏膜损伤情况较明显,应尽可能控制腹腔镜直肠癌根治术中 CO_2 气腹压力在 10~12 mmHg,以减少患者机体各功能所受影响,保证手术安全性。

[参考文献]

[1] Hong Y,Xin Y,Yue F,et al. Randomized clinical trial comparing the effects of Sevoflurane and Propofol on carbon dioxide embolism during pneumoperitoneum in laparoscopic hepatectomy[J]. Oncotarget,2017,8(16):27502-27509. doi:10.18632/oncotarget.15492.

[2] Peng H,Zhang J,Cai C,et al. The influence of carbon dioxide pneumoperitoneum on systemic inflammatory response syndrome and bacterial translocation in patients with bacterial peritonitis caused by acute appendicitis[J]. Surg Innov,2017,25(1):7-15. doi:10.1177/1553350617739424.

[3] Annino F,Topazio L,Autieri D,et al. Robotic partial nephrectomy performed with Airseal versus a standard CO_2 pressure pneumoperitoneum insufflator:a prospective comparative study[J]. Surg Endosc,2017,31(4):1583-1590. doi:10.1007/s00464-016-5144-y.

[4] 李艳伟,石海霞. 不同气腹压力对腹腔镜胆囊切除手术患者呼吸、循环功能的影响[J]. 检验医学与临床,2019,16(16):2303-2305. doi:10.3969/j.issn.1672-9455.2019.16.009.

[5] Parikh BK,Shah V,Modi P,et al. Anaesthesia for laparoscopic kidney transplantation:influence of trendelenburg position and CO_2 pneumoperitoneum on cardiovascular,respiratory and renal function[J]. Indian J Anaesth,2013,57(3):253-258. doi:10.4103/0019-5049.115607.

[6] 杨德君,傅红兵,程亚军,等. 腹腔镜胃癌根治术不同气腹压力对肠道的影响[J]. 中华胃肠外科杂志,2014,17(2):163-167. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2014.02.015.

[7] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组,中国抗癌协会大肠癌专业委员会腹腔镜外科学组. 腹腔镜结直肠癌根治手术操作指南(2008 版)[J]. 中华胃肠外科杂志,2009,12(3):310-312. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2009.03.030.

[8] Kunzmann AT,Coleman HG,Huang WY,et al. Dietary fiber intake and risk of colorectal cancer and incident and recurrent adenoma in the Prostate,Lung,Colorectal,and Ovarian Cancer Screening Trial[J]. Am J Clin Nutr,2015,102(4):881-890. doi:10.3945/ajcn.115.113282.

[9] 赵 伟,赵善峰,唐思锋,等. 高浓度氧气置换二氧化碳气腹对腹腔镜术后腹腔厌氧菌感染的影响[J]. 中华医院感染学杂志,2018,28(24):117-120. doi:10.11816/cn.ni.2018-176137.

[10] Chen M,Jiang L,Li Y,et al. Hydrogen protects against liver injury during CO_2 pneumoperitoneum in rats[J]. Oncotarget,2017,9(2):2631-2645. doi:10.18632/oncotarget.23498.

[11] Miranda A,Roque S,José MP,et al. Neurodevelopment impact of CO_2 pneumoperitoneum in neonates:experimental study in a rat model[J]. J Surg Res,2018,221:293-303. doi:10.1016/j.jss.2017.09.014.

[12] 王 琳,孙 震,吕 晶. 低水平呼气末正压通气对幼儿腹腔镜手术呼吸及循环功能的影响[J]. 临床麻醉学杂志,2016,32(2):187-188.

[13] Bogani G,Martinelli F,Ditto A,et al. Pneumoperitoneum pressures during pelvic laparoscopic surgery:a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Obstetr Gynecol Reprod Biol,2015,195(1):1-6. doi:10.1016/j.ejogrb.2015.09.036.

[14] 叶永茂,李 瑞,吴伟宏. 术中腹内压增加对大肠癌微创手术患者消化系统影响的研究[J]. 中国内镜杂志,2017,23(2):37-41. doi:10.3969/j.issn.1007-1989.2017.02.010.

[15] 张 理,蒋 涛,席小燕. 系统疼痛管理对老年髋部骨折手术患者应激反应及疼痛阈值的影响[J]. 创伤外科杂志,2019,21(8):596-600. doi:10.3969/j.issn.1009-4237.2019.08.008.

[16] 张秋丽,崔媛媛. 不同麻醉方式对老年开胸肺癌根治术患者的应激水平及血流动力学的影响[J]. 海南医学,2019,30(17):2255-2258. doi:10.3969/j.issn.1003-6350.2019.17.025.

[17] Mcgregor BA,Murphy KM,Albano DL,et al. Stress cortisol,and B-lymphocytes:a novel approach to understanding academic stress and immune function[J]. Stress,2016,19(2):185-191. doi:10.3109/10253890.2015.1127913.

[18] 张小彬,刘 丹,王妍柏,等. 血清肠型脂肪酸结合蛋白和 D-乳酸水平在脓毒症患者早期肠道损伤中的临床意义[J]. 中华危重病急救医学,2019,31(5):545-550. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.005.

[19] Aydin B,Ozban M,Serinken M,et al. The place of D-dimer and L-lactate levels in the early diagnosis of acute mesenteric ischemia[J]. Bratisl Lek Listy,2015,116(5):343-350. doi:10.4149/BLL_2015_094.

[20] 李 娟,姜 辉,张 艳,等. 老年危重症患者血浆 D-乳酸及内毒素的检测及临床意义[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2014,23(6):715-717. doi:10.3969/j.issn.1006-5709.2014.06.036.

(编辑:左艳芳)