

术中轻度过度通气对妇科腹腔镜手术患者术后肩痛的影响

赵媛媛 胡畅畅 田家帅 于乐涛 汪伟 石军

【摘要】 目的 探讨术中采用轻度过度通气对妇科腹腔镜手术患者术后肩痛(PLSP)的影响。方法 选择 2023 年 1—9 月行妇科腹腔镜手术的患者 82 例,年龄 18~64 岁,BMI 18.5~32.0 kg/m², ASA I 或 II 级。采用随机数字表法将患者分为两组:观察组和对照组,每组 41 例。术中观察组予轻度过度通气,维持 P_{ET}CO₂ 30~33 mmHg;对照组予常规机械通气,维持 P_{ET}CO₂ 35~40 mmHg。记录术后 12、24、48、72 h 及术后 1 周 PLSP 例数、PLSP 的 VAS 疼痛评分。记录麻醉诱导前、气腹后 15 min、术毕即刻及术后 24 h 的动脉血气分析结果。记录术中丙泊酚和瑞芬太尼用量、拔管时间、心动过缓(HR<50 次/分)和低血压(SBP<90 mmHg)的发生情况。记录术后 72 h 内恶心呕吐等不良反应发生情况以及术后 1 周内补救镇痛情况。结果 与对照组比较,观察组术后 12、24、48、72 h 及术后 1 周 PLSP 发生率和 PLSP 的 VAS 疼痛评分明显降低($P<0.05$);气腹后 15 min、术毕即刻 PaCO₂ 明显降低($P<0.05$)。两组术中丙泊酚和瑞芬太尼用量、拔管时间、术中心动过缓和低血压发生率、术后 72 h 内恶心呕吐发生率以及术后 1 周内补救镇痛率差异无统计学意义。结论 妇科腹腔镜手术中采用轻度过度通气,可有效降低术后 1 周 PLSP 发生率以及疼痛程度,且不增加术后 72 h 内相关不良反应。

【关键词】 过度通气;妇科腹腔镜手术;腹腔镜术后肩痛;镇痛

Effects of intraoperative mild hyperventilation on shoulder pain in patients undergoing gynecologic laparoscopic surgery ZHAO Yuanyuan, HU Changchang, TIAN Jiashuai, YU Letao, WANG Wei, SHI Jun. Department of Anesthesiology, Huainan First People's Hospital, the First Affiliated Hospital of Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China
Corresponding author: WANG Wei, Email: wangwei2024@163.com

【Abstract】 **Objective** To explore the effect of intraoperative mild hyperventilation on postoperative shoulder pain (PLSP) in patients undergoing gynecological laparoscopic surgery. **Methods** Eighty-two patients, aged 18–64 years, BMI 18.5–32.0 kg/m², ASA physical status I or II, who underwent gynecological laparoscopic surgery from January to September 2023 were selected. According to the random number table method, the patients were divided into two groups: observation group and control group, 41 patients in each group. The observation group was given mild hyperventilation during the operation to maintain P_{ET}CO₂ 30–33 mmHg, and the control group was treated with conventional mechanical ventilation to maintain P_{ET}CO₂ 35–40 mmHg. The incidence of PLSP and VAS pain score of PLSP were recorded 12, 24, 48, 72 hours, and 1 week after operation. The results of arterial blood gas analysis were recorded before anesthesia induction, 15 minutes after pneumoperitoneum, at the end of operation, and 24 hours after operation. The intraoperative consumption of propofol and remifentanyl, extubation time, bradycardia (HR < 50 beats/minute), and intraoperative hypotension (SBP < 90 mmHg) were recorded. The occurrence of adverse reactions such as nausea and vomiting within 72 hours after operation and the requirement for rescue analgesia within 1 week after operation were recorded. **Results** Compared with the control group, the incidence of PLSP and VAS pain scores 12, 24, 48, 72 hours, and 1 week after operation in the observation group were significantly reduced ($P < 0.05$), and PaCO₂ 15 minutes after pneumoperitoneum and at the end of operation were significantly reduced ($P < 0.05$). There were no significant differences between the two groups in intraoperative consumption of propofol and remifentanyl, extubation time, incidence of intraoperative bradycardia and hypotension, incidence of nausea and vomiting within 72 hours after surgery, and requirement for rescue analgesia within 1 week after surgery. **Conclusion** Mild hyperventilation in gynecological laparo-

DOI: 10.12089/jca.2024.06.003

基金项目:安徽省淮南市科技计划项目-自然科学专项(2022133)

作者单位:232001 安徽理工大学第一附属医院 淮南市第一人民医院麻醉科(赵媛媛、胡畅畅、田家帅、于乐涛、石军);南京医科大学附属江宁医院麻醉科(汪伟)

通信作者:汪伟,Email: wangwei2024@163.com

scopic surgery can effectively reduce the incidence of PLSP and the degree of pain within 1 week after surgery, and does not increase the related adverse reactions within 72 hours after surgery.

【Key words】 Hyperventilation; Gynecological laparoscopic surgery; Postlaparoscopic shoulder pain; Analgesia

随着微创技术的不断发展,腹腔镜已逐渐替代传统开腹手术成为妇科手术的主要形式^[1-2]。腹腔镜术后肩痛(postlaparoscopic shoulder pain, PLSP)为其常见并发症之一,发生率高达 83%^[3]。PLSP 的疼痛强度在术后 12~24 h 达到高峰,其疼痛程度比术后切口疼痛和内脏疼痛更严重^[3-5]。通过降低术中气腹压力、减缓气腹气体注入速率、加温气腹气体、温盐水灌洗腹腔等措施可降低 PLSP 的发生率,然而,其确切的机制尚未明确,可能与血液中的 CO₂ 浓度有关^[6-9]。因此,本研究旨在妇科腹腔镜手术中,通过使用轻度过度通气降低患者血浆 CO₂ 浓度,观察对 PLSP 发生率的影响,为临床预防 PLSP 的发生提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准(2022-KY-238-001),并在中国临床试验中心注册(ChiCTR2300073779),患者或家属签署知情同意书。选择 2023 年 1—9 月接受腹腔镜下妇科手术患者,年龄 18~64 岁, BMI 18.5~32.0 kg/m², ASA I 或 II 级。排除标准:合并神经系统疾病、血液循环系统以及呼吸系统疾病,严重脏器功能衰竭,合并颈椎病、肩周炎等,长期接受镇痛药物治疗,妊娠期以及哺乳期女性。剔除标准:术中出血量>500 ml,手术时间>2 h,苏醒时间>2 h,术中 P_{ET}CO₂ 未达到预期值,中转开腹。采用随机数字表法将患者分为两组:观察组(轻度过度通气)和对照组(常规机械通气)。

麻醉方法 所有患者常规术前禁食 12 h、禁饮 6 h。入室后开放外周静脉,监测 HR、ECG、SpO₂、P_{ET}CO₂、BIS,局部麻醉后行桡动脉穿刺置管,监测 BP。麻醉诱导:面罩吸氧 8 L/min,5 min 后依次静注咪达唑仑 0.03 mg/kg、丙泊酚 1.5 mg/kg、顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg、舒芬太尼 0.5 μg/kg。肌松完全后行可视喉镜引导下气管插管、机械通气,呼吸参数设置:选择间歇正压通气(intermittent positive pressure ventilation, IPPV), V_T 8~10 ml/kg, RR 12 次/分。通过调整 V_T 和 RR,术中维持观察组 P_{ET}CO₂ 30~33 mmHg,对照组 P_{ET}CO₂ 35~40 mmHg。麻醉维持:静脉泵注丙泊酚 3~5 mg·kg⁻¹·h⁻¹、顺

式阿曲库铵 2 μg·kg⁻¹·min⁻¹、瑞芬太尼 0.1~0.3 μg·kg⁻¹·min⁻¹。术中维持 BIS 40~60。建立气腹时,缓慢注入 CO₂,将气腹压力控制在 12 mmHg。术中维持血流动力学平稳,必要时使用间羟胺或乌拉地尔维持 SBP 90~140 mmHg,使用阿托品或艾司洛尔维持 HR 50~100 次/分。手术结束前 30 min 停止泵注顺式阿曲库铵,手术结束前 10 min 静脉给予纳布啡 0.2 mg/kg 预防术后疼痛,阿扎司琼 0.2 mg/kg 预防术后恶心、呕吐,缝皮结束时停止泵注瑞芬太尼与丙泊酚。术后送至苏醒室,待患者意识清醒、呛咳反射恢复、呼吸规则、V_T>6 ml/kg,拔除气管导管,Steward 苏醒评分>4 分送回病房。术后 VAS 疼痛评分≥3 分时,静脉给予纳布啡 0.2 mg/kg 补救镇痛。所有手术由同一组妇科医师实施,数据记录者为同一位麻醉科医师,均不参与术中麻醉管理,且不知入组情况。

观察指标 主要指标:术后 12、24、48、72 h 及 1 周 PLSP 发生率。次要指标:术后 12、24、48、72 h 及 1 周 PLSP 的 VAS 疼痛评分(0 分,无疼痛;1~3 分,轻度疼痛;4~6 分,中度疼痛;7~10 分,重度疼痛)。记录麻醉诱导前、气腹后 15 min、术毕即刻及术后 24 h 血气分析结果。记录术中丙泊酚和瑞芬太尼用量、手术时间、拔管时间(术毕至拔除气管导管的时间)、心动过缓(HR<50 次/分)和低血压(SBP<90 mmHg)的发生情况。记录苏醒延迟(苏醒时间超过 2 h)例数、术后 72 h 内恶心呕吐等不良反应发生情况以及术后 1 周内补救镇痛情况。

统计分析 根据预试验结果,观察组术后 24 h 的 PLSP 发生率较对照组降低约 20%,设 α=0.05, 1-β=0.8,按照 20%脱落率,每组需 42 例,共纳入患者 84 例。

采用 SPSS 25.0 软件进行数据处理。正态分布计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较重复测量数据方差分析;非正态分布计量资料以中位数和四分位数间距 [*M*(*IQR*)] 表示,组间比较采用秩和检验,组内的比较使用配对样本秩和检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ² 检验或 Fisher 精确概率法检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

本研究初始纳入患者 84 例,剔除观察组术中 $P_{ET}CO_2$ 未达到预期值 1 例、对照组手术时间超过 2 h 1 例,最终纳入 82 例,每组 41 例。两组患者年龄、BMI、ASA 分级、手术方式、丙泊酚、瑞芬太尼用量、手术时间、拔管时间差异无统计学意义(表 1)。

表 1 两组患者一般情况的比较

指标	观察组 (n=41)	对照组 (n=41)
年龄(岁)	42.4±11.7	43.9±10.4
BMI(kg/m ²)	24.1±3.5	23.3±3.3
ASA I/II 级(例)	18/23	19/22
手术方式[例(%)]		
全子宫双侧输卵管切除	14(34)	15(37)
子宫肌瘤剥除	6(15)	8(20)
卵巢囊肿剥除	12(29)	10(24)
单侧附件切除	9(22)	8(20)
丙泊酚用量(mg)	380.1±10.4	376.9±12.3
瑞芬太尼用量(mg)	1.0±0.3	0.9±0.5
手术时间(min)	78.2±9.8	76.9±11.2
拔管时间(min)	15.1±3.8	14.3±4.2

与术后 1 周比较,术后 12、24、48、72 h 两组 PLSP 发生率明显降低($P<0.05$)。与对照组比较,术后 12、24、48、72 h 及术后 1 周观察组 PLSP 发生率明显降低($P<0.05$)(表 2)。

与对照组比较,术后 12、24、48、72 h 及术后 1 周观察组 PLSP 的 VAS 疼痛评分明显降低($P<$

0.05)(表 3)。

与对照组比较,气腹后 15 min、术毕即刻观察组 $PaCO_2$ 明显降低($P<0.05$)。麻醉诱导前、术后 24 h 两组 pH、 $PaCO_2$ 、 PaO_2 和 BE 差异均无统计学意义(表 4)。

与对照组比较,观察组术后 1 周内补救镇痛率明显降低($P<0.05$)。两组术中心动过缓、术中低血压、术后 72 h 内恶心发生率差异无统计学意义(表 5)。两组术后无一例发生苏醒延迟。

讨 论

腹腔镜手术具有创伤小、操作简单、术后疼痛程度轻、恢复快等优点,在妇科疾病的诊断和治疗中得到广泛应用。但 PLSP 作为妇科腹腔镜手术后的常见并发症之一,对患者的身心都有一定的影响^[10]。本研究结果显示,在妇科腹腔镜手术患者术中采用轻度过度通气,维持 $P_{ET}CO_2$ 30~33 mmHg,可降低患者术后 1 周内的 PLSP 的发生率及疼痛程度。

Lee 等^[3]研究表明,在 105 例妇科腹腔镜手术后有高达 80% 的患者经历不同程度的 PLSP,这种疼痛在术后 24 h 达到高峰,且 80% 的 PLSP 在术后 1 周内消失。因此,本研究观察术后 1 周内 PLSP 的发生率,结果显示术后 24 h 发生率为 68%,术后 1 周发生率为 29%,这与 Lee 等^[3]研究结果一致。

PLSP 的发生机制尚不完全清楚,目前的研究学说主要集中于“膈肌机械牵拉学说”与“化学刺激学说”。膈神经主要由 C₄ 脊神经根的前支构成,也为肩部皮肤提供部分感觉神经支配,由于腹腔镜术中建立人工 CO₂ 气腹,气腹压力膨胀可能导致膈肌的过度拉伸,通过膈神经传导到肩部^[11-13]。Yi 等^[14]

表 2 两组患者不同时间点 PLSP 的比较[例(%)]

组别	例数	术后 12 h	术后 24 h	术后 48 h	术后 72 h	术后 1 周
观察组	41	18(44) ^{ab}	19(46) ^{ab}	18(44) ^{ab}	10(24) ^{ab}	4(10) ^b
对照组	41	27(66) ^a	28(68) ^a	26(63) ^a	19(46) ^a	12(29)

注:与术后 1 周比较,^a $P<0.05$;与对照组比较,^b $P<0.05$ 。

表 3 两组患者不同时间点 PLSP 的 VAS 疼痛评分的比较[分,M(IQR)]

组别	例数	术后 12 h	术后 24 h	术后 48 h	术后 72 h	术后 1 周
观察组	41	2(1~2) ^a	2(1~2) ^a	2(2~3) ^a	2(1~2) ^a	1(1~1) ^a
对照组	41	3(3~3)	3(2~3)	3(3~4)	2(2~3)	2(1~2)

注:与对照组比较,^a $P<0.05$ 。

表 4 两组患者不同时点动脉血气分析结果的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	麻醉诱导前	气腹后 15 min	术毕即刻	术后 24 h
pH	观察组	41	7.377±0.349	7.379±0.309	7.381±0.250	7.379±0.270
	对照组	41	7.379±0.314	7.378±0.321	7.375±0.209	7.378±0.228
PaCO ₂ (mmHg)	观察组	41	39.24±1.64	37.71±1.54 ^a	37.49±1.75 ^a	38.66±1.09
	对照组	41	39.46±1.87	40.83±1.76	40.16±1.14	39.02±0.82
PaO ₂ (mmHg)	观察组	41	89.02±1.50	388.18±9.88	390.63±9.68	89.86±1.65
	对照组	41	89.07±1.59	387.41±9.20	391.66±8.97	89.37±1.53
BE	观察组	41	0.75±0.74	0.76±0.68	0.74±0.79	0.76±0.69
	对照组	41	0.62±0.70	0.65±0.67	0.66±0.68	0.64±0.69

注:与对照组比较,^a $P<0.05$ 。

表 5 两组患者术中和术后情况的比较[例(%)]

组别	例数	术中 心动过缓	术中 低血压	术后 72 h 内 恶心呕吐	术后 1 周内 补救镇痛
观察组	41	1(2)	3(7)	4(10)	3(7) ^a
对照组	41	2(5)	4(10)	3(7)	8(20)

注:与对照组比较,^a $P<0.05$ 。

研究表明,在全身麻醉下,气腹形成前行右侧膈神经阻滞,可降低 PLSP 发生率。基于该理论,Goel 等^[15]研究表明,采用低气腹压力(9 mmHg)明显降低了 PLSP 发生率。不同的是,Shin 等^[16]通过设置低潮气量(V_T 7 ml/kg)以减少腹腔镜术中正压通气对膈肌的膨胀牵拉,但结果表明,与传统潮气量(V_T 10 ml/kg)比较,PLSP 发生率差异无统计学意义。而对这一阴性结果最可能的解释,可能是 PLSP 的病理机制并不是简单的“机械牵拉”,而与“化学刺激”相关性更大。

Sao 等^[17]研究表明,腹腔内的酸性环境可能是 PLSP 发生的最重要的原因。术中气腹和术后残余的 CO₂ 与膈肌周边的腹膜内 H₂O 形成 H₂CO₃,致使膈肌酸化,从而刺激神经引起疼痛。Kandil 等^[18]研究表明,腹腔内的 CO₂ 形成的碳酸对腹膜产生化学刺激,同时高碳酸血症也会引起交感神经系统激活,并导致局部组织炎症反应和内脏黏膜缺血,从而引起持续疼痛。这一假设得到了 Aitola 等^[19]研究的支持,该研究中使用 N₂O 代替 CO₂ 气体,结果表明当不使用 CO₂ 时,PLSP 发生率更低。基于以上的研究基础,通过腹腔内注射局麻药^[20]、主动抽

吸或被动引流减少手术结束时腹腔残留 CO₂ 气体^[5]或者降低气腹压力并利用温盐水灌洗腹腔,减少 CO₂ 在组织中的溶解度,阻碍其形成碳酸^[21-22],从而减少对膈肌的刺激,降低 PLSP 发生率。本研究中通过设置呼吸参数,实施轻度过度通气(维持 P_{ET}CO₂ 30~33 mmHg)后,可以降低术后 12、24、48、72 h 及 1 周的 PLSP 发生率以及疼痛程度,其原因可能是由于轻度过度通气可提高患者 CO₂ 呼出水平,通过降低血浆中 CO₂ 浓度,减少了碳酸的形成,减轻了对膈肌腹膜的酸化刺激^[23]。古博等^[24]在妇科腹腔镜手术中,采用 P_{ET}CO₂ 30~35 mmHg 的轻度过度通气,能较好地维持患者 pH、PaCO₂ 以及各项血流动力学指标,且不会引起酸碱平衡紊乱。因此,本研究选择维持 P_{ET}CO₂ 30~33 mmHg 作为轻度过度通气的指标,且对两组不同时点的动脉血气分析做了比较,并无明显差异,提示 P_{ET}CO₂ 的降低并没有改变机体的内环境稳态,也证明了轻度过度通气的安全性和可靠性。

本研究中两组术中麻醉药物用量以及术中发生血流动力学波动的比例差异无统计学意义。采用轻度过度通气患者的 PLSP 发生率和疼痛程度明显降低,因此术后补救镇痛比例也明显降低。另外,两组患者在术后 72 h 内恶心呕吐发生率差异无统计学意义,这与汪伟等^[25]研究结果基本一致。此外,本研究中所有患者术后无一例苏醒延迟,这与王效德等^[26]研究结果基本一致。

本研究存在以下不足之处:首先,未进一步分析 PLSP 发生的具体部位(左肩或者右肩)。其次,研究对象均为女性,对于 PLSP 的发生是否存在性别差异有待进一步研究。最后,未深入探究 PLSP

的发生机制,其具体机制仍需进一步探索。

综上所述,在腹腔镜妇科手术患者中,术中采用轻度过度通气可有效降低术后 1 周内 PLSP 的发生率及疼痛程度,且并未影响患者术中血流动力学稳定与酸碱平衡,不增加术后相关不良反应。

参 考 文 献

- [1] 唐明鸣,李林,李征宇.采用传统腹腔镜器械开展经脐单孔腹腔镜手术技术在妇科手术中的应用现状.中华妇幼临床医学杂志(电子版),2020,16(5):504-509.
- [2] 李雨霏,王胜斌,居霞,等.不同压力 CO₂ 气腹对妇科腹腔镜手术患者术后胃肠道功能的影响.临床麻醉学杂志,2018,34(4):359-362.
- [3] Lee DH, Song T, Kim KH, et al. Incidence, natural course, and characteristics of postlaparoscopic shoulder pain. *Surg Endosc*, 2018, 32(1): 160-165.
- [4] Li X, Li K. Time characteristics of shoulder pain after laparoscopic surgery. *JSLs*, 2021, 25(2): e2021.00027.
- [5] Phelps P, Cakmakaya OS, Apfel CC, et al. A simple clinical maneuver to reduce laparoscopy-induced shoulder pain: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol*, 2008, 111(5): 1155-1160.
- [6] 逯夏花,庞爱琪,兰忠平,等.腹腔镜手术后肩痛的危险因素及干预措施研究进展.临床麻醉学杂志,2023,39(2):203-206.
- [7] Kim B, Kim J, Park I, et al. Unmodifiable clinicopathological risk factors of shoulder tip or subcostal pain after laparoscopic appendectomy. *J Minim Invasive Surg*, 2020, 23(1): 43-48.
- [8] Breuer M, Wittenborn J, Rossaint R, et al. Warm and humidified insufflation gas during gynecologic laparoscopic surgery reduces postoperative pain in predisposed patients—a randomized, controlled multi-arm trial. *Surg Endosc*, 2022, 36(6): 4154-4170.
- [9] Orteni M, Montori G, Sartori A, et al. Low-pressure versus standard-pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Surg Endosc*, 2022, 36(10): 7092-7113.
- [10] Li YT, Chen YJ, Wang PH. Shoulder pain after laparoscopy: a common but often neglected clinical situation. *Taiwan J Obstet Gynecol*, 2021, 60(6): 975-976.
- [11] Bhattacharjee HK, Jalaludeen A, Bansal V, et al. Impact of standard-pressure and low-pressure pneumoperitoneum on shoulder pain following laparoscopic cholecystectomy: a randomised controlled trial. *Surg Endosc*, 2017, 31(3): 1287-1295.
- [12] 陈海亭,孟庆香,刘雯,等.妇科腹腔镜手术腹膜超微结构损伤与术后肩痛的相关性.腹腔镜外科杂志,2022,27(2):139-142.
- [13] Hua J, Gong J, Yao L, et al. Low-pressure versus standard-pressure pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis. *Am J Surg*, 2014, 208(1): 143-150.
- [14] Yi MS, Kim WJ, Kim MK, et al. Effect of ultrasound-guided phrenic nerve block on shoulder pain after laparoscopic cholecystectomy—a prospective, randomized controlled trial. *Surg Endosc*, 2017, 31(9): 3637-3645.
- [15] Goel A, Gupta S, Bhagat TS, et al. Comparative analysis of hemodynamic changes and shoulder tip pain under standard pressure versus low-pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy. *Euroasian J Hepatogastroenterol*, 2019, 9(1): 5-8.
- [16] Shin HY, Kim SH, Lee YJ, et al. The effect of mechanical ventilation tidal volume during pneumoperitoneum on shoulder pain after a laparoscopic appendectomy. *Surg Endosc*, 2010, 24(8): 2002-2007.
- [17] Sao CH, Chan-Tiopiano M, Chung KC, et al. Pain after laparoscopic surgery: focus on shoulder-tip pain after gynecological laparoscopic surgery. *J Chin Med Assoc*, 2019, 82(11): 819-826.
- [18] Kandil TS, El Hefnawy E. Shoulder pain following laparoscopic cholecystectomy: factors affecting the incidence and severity. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2010, 20(8): 677-682.
- [19] Aitola P, Airo I, Kaukinen S, et al. Comparison of N₂O and CO₂ pneumoperitoneums during laparoscopic cholecystectomy with special reference to postoperative pain. *Surg Laparosc Endosc*, 1998, 8(2): 140-144.
- [20] Vijayaraghavalu S, Bharthi Sekar E. A comparative study on the postoperative analgesic effects of the intraperitoneal instillation of bupivacaine versus normal saline following laparoscopic cholecystectomy. *Cureus*, 2021, 13(3): e14151.
- [21] Ryu KH, Lee SH, Cho EA, et al. Comparison of impacts of intraperitoneal saline instillation with and without pulmonary recruitment maneuver on post-laparoscopic shoulder pain prevention: a randomized controlled trial. *Surg Endosc*, 2019, 33(3): 870-878.
- [22] 倪航航,胡泽民,刘书强,等.人工气腹前腹腔灌洗对腹腔镜胆囊切除术后肩痛的疗效分析.中华普通外科学文献(电子版),2019,13(3):198-201.
- [23] Balayssac D, Pereira B, Bazin JE, et al. Warmed and humidified carbon dioxide for abdominal laparoscopic surgery: meta-analysis of the current literature. *Surg Endosc*, 2017, 31(1): 1-12.
- [24] 古博,闵苏.老年妇科腹腔镜手术气腹、体位及高碳酸血症对循环功能的影响.重庆医学,2010,39(6):695-698.
- [25] 汪伟,凌斌,谢亚运,等.术中轻度过度通气对腹腔镜袖状胃切除术后肩痛发生率的影响.临床医药实践,2023,32(3):178-182.
- [26] 王效德,郭素香,董希玮,等.轻度过度通气对妇科腹腔镜手术患者麻醉恢复期及 S-100β、NSE 的影响.山东医药,2012,52(40):82-85.

(收稿日期:2023-10-16)