

# 超声引导下腹横肌平面阻滞超前镇痛对肝癌切除术患者呼吸循环功能及T淋巴细胞亚群的影响

白云翠<sup>1</sup>, 耿晓旭<sup>1</sup>, 赵国园<sup>2</sup>, 高思民<sup>3</sup>, 张海洋<sup>4</sup>, 齐学勤<sup>4</sup>

**摘要** **目的** 探讨超声引导下腹横肌平面阻滞(TAPB)超前镇痛对肝癌切除术患者呼吸循环功能及T淋巴细胞亚群的影响。**方法** 选取我院收治的肝癌患者173例,其中肝癌切除术前于右侧肋缘实施超声引导下TAPB超前镇痛患者91例(试验组),肝癌切除术前未实施任何超前镇痛的相关处置干预患者82例(对照组),通过倾向性评分匹配法按照1:1比例匹配后两组各选取50例,分别于麻醉前(T0)、气腹前(T1)、气腹后10 min(T2)、气腹后30 min(T3)及排气后10 min(T4)5个时间点测量患者呼吸循环功能指标[心率(HR)、呼吸频率(RR)、平均动脉压(MAP)、呼气末二氧化碳分压( $P_{ET}CO_2$ )、潮气量气道压( $P_{aw}$ )及脉搏血氧饱和度( $SpO_2$ )]和T淋巴细胞亚群水平(CD3+、CD4+、CD8+、CD4+/CD8+),比较两组不同时相呼吸循环功能指标及T淋巴细胞亚群水平,以及术后静脉自控镇痛(PCIA)阿片类药物使用等效吗啡量及补救性地佐辛使用等效吗啡量的差异。基于广义估计方程(GEE)模型评估不同麻醉方式对患者呼吸循环功能指标和T淋巴细胞亚群水平的影响。**结果** T0时相,两组HR、RR、MAP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $P_{aw}$ 、 $SpO_2$ 比较差异均无统计学意义;T2、T3、T4时相,两组HR、RR、MAP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $P_{aw}$ 、 $SpO_2$ 比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。与T0时相比较,两组T1、T2、T3、T4时相HR、RR、 $P_{ET}CO_2$ 、 $P_{aw}$ 均呈先上升后下降趋势,MAP、 $SpO_2$ 均呈先下降后上升趋势,其中试验组T1、T2、T3、T4时相RR、MAP、T1、T2、T3时相 $P_{ET}CO_2$ 、T1、T2时相 $SpO_2$ 与T0时相比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。与T0时相比较,两组T2、T3、T4时相CD3+、CD4+及CD4+/CD8+均升高,CD8+降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );两组T0、T1时相各项指标比较差异均无统计学意义。试验组T2、T3、T4时相CD3+、CD4+及CD4+/CD8+均高于对照组,CD8+低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。与对照组比较,试验组术后PCIA阿片类药物使用等效吗啡量及补救性地佐辛使用等效吗啡量更低[(87.19±11.21)mg vs. (34.44±7.48)mg、(7.91±2.13)mg vs. (6.82±2.51)mg],差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。GEE模型显示,T4时相试验组HR、 $P_{ET}CO_2$ 、 $P_{aw}$ 、CD3+、CD4+、CD4+/CD8+上升幅度较对照组小了0.125、0.223、0.624、0.258、0.669、0.635,RR、MAP、 $SpO_2$ 、CD8+下降幅度较对照组大了0.258、0.662、0.085、0.321。**结论** 超声引导下TAPB超前镇痛可有效优化肝癌切除术患者呼吸循环功能,并改善其T淋巴细胞亚群水平,进而降低患者术后对辅助性镇痛药物的依赖性。

**关键词** 超声引导下腹横肌平面阻滞;超前镇痛;肝癌切除术;呼吸循环功能;T淋巴细胞亚群

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Effect of ultrasound-guided transversus abdominis plane block for preemptive analgesia on respiratory and circulatory function and T lymphocyte subsets in patients undergoing liver cancer resection

BAI Yuncui<sup>1</sup>, GENG Xiaoxu<sup>1</sup>, ZHAO Guoyuan<sup>2</sup>, GAO Simin<sup>3</sup>, ZHANG Haiyang<sup>4</sup>, QI Xueqin<sup>4</sup>

1.Department of Functional Examination, 2.Department of Anesthesiology, the First Rongjun Special Care Hospital of Hebei Province, Xingtai 054000, China. 3.Department of Imaging, Tangshan Fengnan District Hospital, Tangshan 063000, China.

4.Department of Anesthesiology, Weixian People's Hospital, Xingtai 054000, China

**ABSTRACT Objective** To explore the effect of ultrasound-guided transversus abdominis plane block (TAPB) for preemptive analgesia on respiratory and circulatory function and T lymphocyte subsets in patients undergoing liver cancer

作者单位:1.河北省第一荣军优抚医院功能检查科,2.麻醉科,河北邢台054000;3.唐山市丰南区医院影像科,河北唐山063000;4.威县人民医院麻醉科,河北邢台054000

通讯作者:齐学勤,Email:1440652209@qq.com

resection. **Methods** A total of 173 patients with liver cancer admitted to our hospital were selected, including 91 patients received ultrasound-guided TAPB for preemptive analgesia at right rib lower abdominal muscle before liver cancer resection (experimental group), and 82 patients did not receive any preemptive analgesia intervention before liver cancer resection (control group). After propensity score matching in a ratio of 1:1, 50 patients in each group were measured for respiratory and circulatory function indicators [heart rate (HR), respiratory frequency (RR), mean arterial pressure (MAP), end tidal carbon dioxide partial pressure ( $P_{ET}CO_2$ ), tidal volume airway pressure ( $P_{aw}$ ) and pulse oximetry ( $SpO_2$ )] and the levels of T lymphocyte subsets (CD3+, CD4+, CD8+, CD4+/CD8+) at 5 time points: before anesthesia (T0), before pneumoperitoneum (T1), 10 min after pneumoperitoneum (T2), 30 min after pneumoperitoneum (T3) and 10 min after exhaust (T4). The differences in respiratory and circulatory function indicators and T lymphocyte subset levels at different time points between the two groups were compared, as well as the differences in equivalent morphine dosage for postoperative intravenous patient-controlled analgesia (PCIA) opioid use and salvage dexmedetomidine use were compared. The effect of different anesthesia methods on respiratory and circulatory function indicators and T lymphocyte subsets levels between two groups based on the Generalized Estimation Equation (GEE) model were evaluated. **Results** At T0, there were no significant differences in HR, RR, MAP,  $P_{ET}CO_2$ ,  $P_{aw}$  and  $SpO_2$  between the two groups. At T2, T3 and T4, there were significant differences in HR, RR, MAP,  $P_{ET}CO_2$ ,  $P_{aw}$  and  $SpO_2$  between the two groups (all  $P < 0.05$ ). Compared with T0, HR, RR,  $P_{ET}CO_2$  and  $P_{aw}$  at T1, T2, T3 and T4 in both groups showed initial increasing followed by decreasing, and MAP and  $SpO_2$  showed initial decreasing followed by increasing. There were significant differences in RR, MAP at T1, T2, T3 and T4,  $P_{ET}CO_2$  at T1, T2 and T3, and  $SpO_2$  at T1 and T2 in the experimental group compared with those at T0 (all  $P < 0.05$ ). Compared with T0, both groups showed CD3+, CD4+ and CD4+/CD8+ increased at T2, T3 and T4, while CD8+ decreased, with statistically significant differences (all  $P < 0.05$ ). There were no significant differences in the indicators between the two groups at T0 and T1. The CD3+, CD4+ and CD4+/CD8+ of the experimental group were higher than those of the control group at T2, T3 and T4, and CD8+ was lower than that of the control group, with statistically significant differences (all  $P < 0.05$ ). Compared with the control group, the experimental group had lower equivalent morphine doses for PCIA opioid use and salvage dexmedetomidine use [(87.19±11.21)mg vs. (34.44±7.48)mg, (7.91±2.13)mg vs. (6.82±2.51)mg], with statistically significant differences (both  $P < 0.05$ ). GEE model showed that at T4, compared with the control group, the experimental group had a smaller increase in HR,  $P_{ET}CO_2$ ,  $P_{aw}$ , CD3+, CD4+, and CD4+/CD8+ by 0.125, 0.223, 0.624, 0.258, 0.669, and 0.635, respectively, and RR, MAP,  $SpO_2$  and CD8+ decreased significantly by 0.258, 0.662, 0.085, and 0.321, respectively. **Conclusion** Ultrasound-guided TAPB for preemptive analgesia can effectively optimize the respiratory and circulatory function, modify T lymphocyte subsets in patients undergoing liver cancer resection, and decrease the dependence on postoperative adjuvant analgesics.

**KEY WORDS** Ultrasound-guided transversus abdominis plane block; Preemptive analgesia; Liver cancer resection; Respiratory and circulatory function; T lymphocyte subsets

肝癌是全球恶性肿瘤患者死亡的主要原因, 在我国的发病率和死亡率也长期居高不下<sup>[1]</sup>。最新恶性肿瘤流行情况分析显示, 肝癌发病率居我国恶性肿瘤第 4 位, 死亡率居恶性肿瘤第 2 位<sup>[2]</sup>。目前根治性手术切除是肝癌的标准治疗方法, 腹腔镜下肝癌切除术的应用也逐渐广泛应用, 但术中  $CO_2$  气腹、麻醉程度较深和手术等因素刺激可能影响患者呼吸循环功能, 造成机体应激反应强、术后早期疼痛明显等情况<sup>[3]</sup>。超前镇痛也称预防性镇痛, 已被确定为缓解中枢致敏现象的一种有效方法, 其实施旨在预防性地采取镇痛措施, 进而使脊髓能有效拦截由受损外周组织传递至痛觉中枢的神经信号, 从而确保疼痛感受被控制在脊髓痛觉中枢的敏感阈值以下<sup>[4-5]</sup>。大量文献<sup>[6-8]</sup>报道, 超声

引导下腹横肌平面阻滞 (transversus abdominis plane block, TAPB) 超前镇痛不仅定位精确无误, 而且在镇痛效果上也表现出色, 能够有效减轻手术创伤所引起的神经免疫反应, 在腹部手术中提供持久有效的镇痛, 且其还可减轻应激反应, 减少阿片类药物使用、术后恶心或呕吐, 并延迟抢救镇痛, 在加速外科领域康复方面的应用效果日益凸显, 能够显著提高患者术后恢复质量。尽管 TAPB 在开腹手术中的应用效果已得到广泛的临床验证, 但针对腹腔镜下肝癌切除术患者具体效果的相关报道仍相对匮乏<sup>[9]</sup>。本研究将超声引导下 TAPB 超前镇痛应用于腹腔镜下肝癌切除术, 观察其对患者呼吸循环功能及免疫应答的影响, 并探讨其镇痛效果。

## 资料与方法

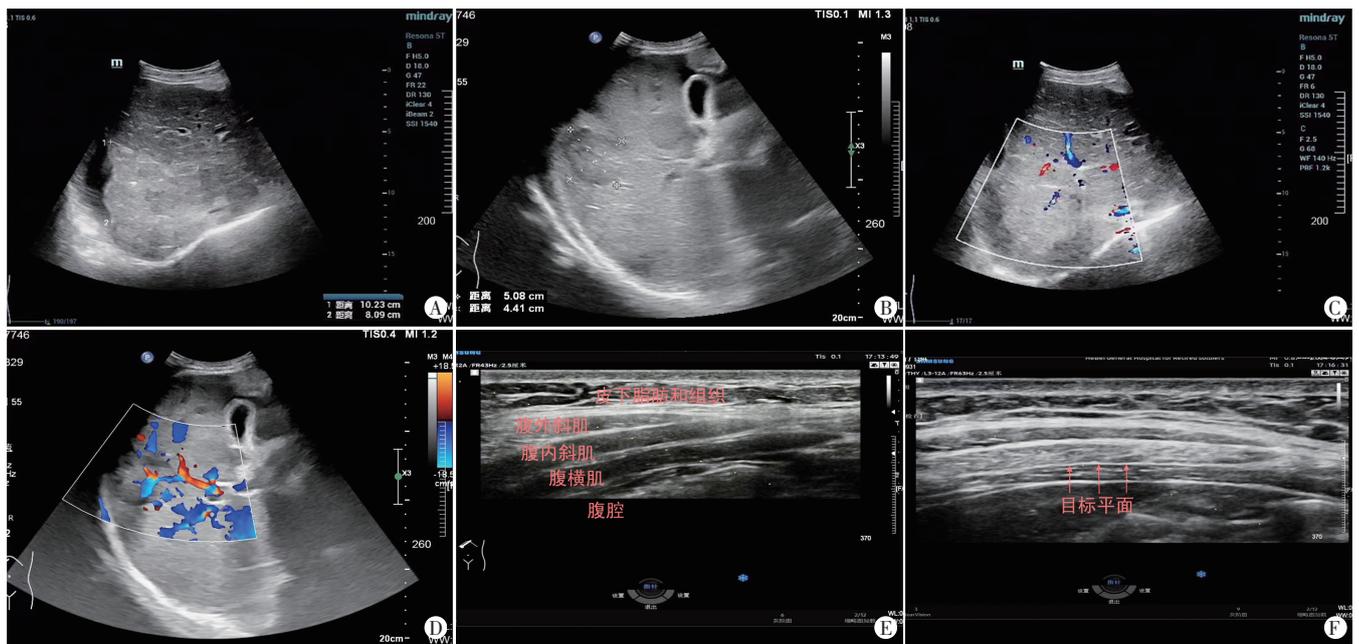
### 一、研究对象

选取2021年1月至2024年1月我院收治的肝癌患者173例,其中肝癌切除术前采用超声引导下TAPB超前镇痛患者91例(试验组),肝癌切除术前未实施任何超前镇痛的相关处置干预患者82例(对照组),通过倾向性评分匹配法选取年龄、性别、体质量指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、心脏病、脑卒中、肺结核10个协变量进行1:1比例匹配(卡钳值为0.1)后两组各选取50例,试验组中男20例,女30例,年龄40~70岁,平均(56.03±5.61)岁,美国麻醉医师协会(ASA)分级Ⅰ级28例,Ⅱ级22例;对照组中男25例,女25例,年龄41~72岁,平均(56.65±5.50)岁,ASA分级Ⅰ级29例,Ⅱ级21例。纳入标准:①均经手术病理确诊为肝癌;②临床资料完整;③拟行腹腔镜下肝癌切除术;④均顺利完成手术并获得随访。排除标准:①合并心、肾、脑等重要脏器功能障碍;②合并外周神经病变、其他肿瘤、肝癌晚期需非手术方式治疗者;③既往有腹部大型手术史;④对麻醉和镇痛药物过敏者。本研究经我院医学伦理委员会批准(批准号:WXRY2023-09),所有患者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 麻醉方法:所有患者均禁食12 h、禁饮2~4 h,监

测有创动脉血压、心率(HR)、心电图和中心静脉压等。取仰卧位,顺利行面罩诱导麻醉和全身麻醉,试验组行全身麻醉+超声引导下TAPB超前镇痛,对照组患者行全身麻醉,并给予同TAPB等剂量的生理盐水。全身麻醉具体方法为:咪达唑仑0.05 mg/kg、芬太尼4 μg/kg、丙泊酚5.5 mg/kg及阿曲库铵0.8 mg/kg;面罩给氧待肌肉松弛、意识消失后,气管插管机控呼吸;丙泊酚6 mg·kg·h<sup>-1</sup>、瑞芬太尼0.1 μg及间断静注顺式阿曲库铵静脉注射维持麻醉。超声引导下TAPB超前镇痛具体方法:首先于脐部下方作一约1 cm的切口作为观察孔道,并置入腹腔镜,随后于右腋前线肋缘下方和右腹直肌外缘与脐部连线处进行穿刺,分别作为辅助操作孔道和主要操作孔道。使用迈瑞DC-35Pro、Resona 5T彩色多普勒超声诊断仪(探头频率3.5 MHz)行常规超声检查,观察肝癌病灶所在部位、大小、数目、边缘、肝实质回声特征(图1A、B)及病灶内部血流情况(图1C、D)。将探头置于髂嵴与肋缘之间(约腋前线位置)扫查,准确分辨腹壁各组织结构,然后保持探头稳定,使用平面内进针,确保穿刺针沿着患者右侧肋缘下方进入腹横肌与腹内斜肌之间的筋膜间隙(图1E、F)。将穿刺针平行放置于肋缘下方,行超声检查确认其准确位置;随后进行前内侧腹壁的穿刺操作,并在确认无血液或气体回流后注入0.3%盐酸罗哌卡因溶液25 ml。气腹建立成功后利用腹腔镜对



A: 目标物体与探头距离10 cm,二维超声显示病灶部位、大小、边缘特征及肝实质回声特点;B: 目标物体与探头距离5 cm,二维超声显示病灶部位、大小、边缘特征及肝实质回声特点;C: 目标物体与探头距离10 cm,彩色多普勒超声显示病灶内血流情况;D: 目标物体与探头距离5 cm,彩色多普勒超声显示病灶内血流情况;E: 二维超声显示右侧肋缘下腹横肌平面解剖示意图;F: 二维超声显示右侧肋缘下腹横肌平面穿刺目标平面示意图

图1 超声引导下TAPB超前镇痛示意图

腹腔内脏器和潜在病灶进行详细探查。

2. 基线资料获取: 收集患者人口学资料, 包括年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、心脏病史、脑卒中史、肺结核史及血清学指标, 其中血清学指标包括白细胞计数(WBC)、红细胞计数(RBC)、血小板计数(PLT)、血红蛋白(Hb)、白蛋白(ALB)、总胆红素(TBil)、直接胆红素(DBil)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、门冬氨酸氨基转移酶(AST)、葡萄糖(GLU)。利用疼痛视觉模拟评分法(VAS)评估患者术前静息和运动时的疼痛情况, 评分范围 0~10 分, 分数越高, 则代表疼痛程度越严重。

3. 观察指标: 分别于麻醉前(T0)、气腹前(T1)、气腹后 10 min(T2)、气腹后 30 min(T3)及排气后 10 min(T4)5 个时间点测量患者呼吸循环功能指标[HR、呼吸频率(RR)、平均动脉压(MAP)、呼气末二氧化碳分压( $P_{ET}CO_2$ )、潮气量气道压( $P_{aw}$ )及脉搏血氧饱和度( $SpO_2$ )], 并抽取肝癌患者静脉血 3 ml, 采用流式细胞分析仪测量 T 淋巴细胞亚群水平(CD3+、CD4+、CD8+、CD4+/CD8+); 比较两组不同时相呼吸循环功能指标及 T 淋巴细胞亚群水平, 以及术后静脉自控镇痛(PCIA)阿片类药物使用等效吗啡量及补救性地佐辛使用等效吗啡量的差异。

### 三、统计学处理

应用 SPSS 22.0 统计软件, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用  $t$  检验; 计数资料以频数或率表示, 采用  $\chi^2$  检验。采用广义估计方程(GEE)分析数据, 评估不同麻醉方式对呼吸循环功能和 T 淋巴细胞亚群水平的影响。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、两组倾向性评分匹配前后基线资料比较

匹配前, 两组年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、心脏病史、脑卒中史、肺结核史比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 匹配后, 两组基线资料比较差异均无统计学意义。见表 1。

### 二、倾向性评分匹配前后的协变量均衡性检验

为了减少两组间混杂因素的影响, 采用倾向性评分匹配法选取年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、心脏病史、脑卒中史、肺结核史 10 个协变量进行 1:1 比例匹配(卡钳值为 0.1), 共匹配成功 50 对。匹配前试验组与对照组倾向性评分极不均衡, 匹配后两组倾向评分总体趋势一致, 大部分组间的标准差在 10% 以内, 匹配效果较好, 有效改善两组均衡性。见图 2, 3。

表 1 试验组与对照组倾向性评分匹配前后基线资料比较

项目	匹配前				匹配后			
	试验组(91)	对照组(82)	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值	试验组(50)	对照组(50)	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
年龄(岁)	51.41±8.72	59.51±7.54	6.502	<0.001	56.03±5.61	56.65±5.50	0.558	0.578
性别(例)								
男	36	52	9.820	0.002	20	25	1.010	0.315
女	55	30			30	25		
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.87±1.75	25.14±1.77	8.473	<0.001	23.04±1.65	22.98±1.83	0.227	0.821
吸烟史(例)								
有	39	54	9.176	0.002	21	26	1.004	0.316
无	52	28			29	24		
饮酒史(例)								
有	41	55	8.467	0.004	23	27	0.640	0.424
无	50	27			27	23		
高血压史(例)								
有	57	32	9.628	0.002	31	25	1.461	0.227
无	34	50			19	25		
糖尿病史(例)								
有	39	55	10.194	0.001	26	29	0.364	0.546
无	52	27			24	21		
心脏病史(例)								
有	36	50	7.913	0.005	20	27	1.967	0.161
无	55	32			30	23		

续表1

项目	匹配前				匹配后			
	试验组(91)	对照组(82)	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值	试验组(50)	对照组(50)	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
脑卒中史(例)								
有	52	28	9.176	0.002	29	21	2.560	0.110
无	39	54			21	29		
肺结核史(例)								
有	57	29	12.832	<0.001	31	26	1.020	0.313
无	34	53			19	24		
WBC( $\times 10^9/L$ )	9.96 $\pm$ 5.65	9.21 $\pm$ 4.23	0.980	0.329	9.61 $\pm$ 3.34	9.42 $\pm$ 3.25	0.288	0.774
RBC( $\times 10^{12}/L$ )	12.36 $\pm$ 5.68	11.08 $\pm$ 5.36	1.520	0.130	12.06 $\pm$ 5.37	11.62 $\pm$ 5.21	0.416	0.678
PLT( $\times 10^9/L$ )	175.25 $\pm$ 26.98	168.92 $\pm$ 26.38	1.557	0.121	169.55 $\pm$ 25.82	167.43 $\pm$ 24.25	0.423	0.673
HGB(g/L)	130.55 $\pm$ 42.11	120.81 $\pm$ 43.44	1.496	0.136	124.15 $\pm$ 37.46	126.48 $\pm$ 39.78	0.302	0.764
ALB(g/L)	37.67 $\pm$ 5.65	36.27 $\pm$ 6.31	1.540	0.125	36.71 $\pm$ 4.44	36.27 $\pm$ 5.60	0.435	0.664
TBil( $\mu$ mol/L)	11.12 $\pm$ 4.85	12.56 $\pm$ 5.87	1.765	0.079	11.89 $\pm$ 3.78	12.33 $\pm$ 3.64	0.593	0.555
DBil( $\mu$ mol/L)	5.43 $\pm$ 2.14	4.96 $\pm$ 2.15	1.439	0.152	5.21 $\pm$ 1.64	5.01 $\pm$ 1.59	0.619	0.537
ALT(U/L)	38.42 $\pm$ 4.43	37.72 $\pm$ 4.35	1.047	0.297	38.29 $\pm$ 3.65	38.12 $\pm$ 3.81	0.228	0.820
AST(U/L)	36.51 $\pm$ 19.11	32.27 $\pm$ 19.87	1.430	0.155	35.65 $\pm$ 14.51	34.18 $\pm$ 13.84	0.518	0.605
GLu(mmol/L)	6.75 $\pm$ 2.78	7.21 $\pm$ 2.86	1.072	0.285	6.83 $\pm$ 1.04	6.91 $\pm$ 0.89	0.413	0.680
术前静息VAS评分(分)	0.46 $\pm$ 0.58	0.50 $\pm$ 0.56	0.460	0.646	0.47 $\pm$ 0.24	0.46 $\pm$ 0.31	0.180	0.857
术前运动VAS评分(分)	0.81 $\pm$ 0.47	0.75 $\pm$ 0.48	0.830	0.408	0.79 $\pm$ 0.32	0.78 $\pm$ 0.36	0.147	0.884

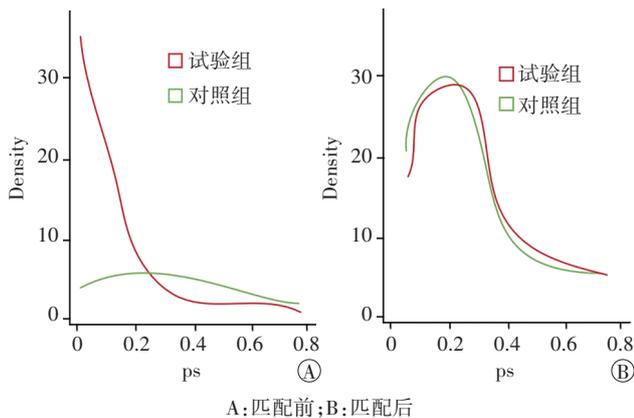


图2 两组倾向性评分匹配前后分布

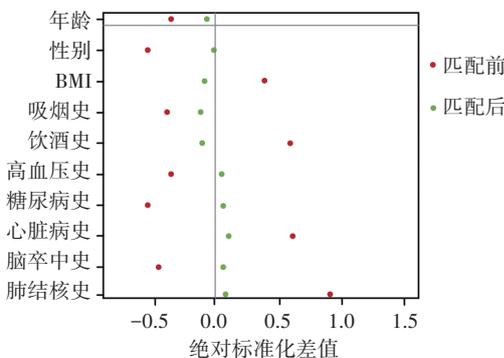


图3 10个协变量倾向性评分匹配前后绝对标准化差值

三、两组不同时相呼吸循环功能指标比较

T0时相, 两组 HR、RR、MAP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $Paw$ 、 $SpO_2$  比较差异均无统计学意义; T2、T3、T4时相, 两组患者

HR、RR、MAP、 $P_{ET}CO_2$ 、 $Paw$ 、 $SpO_2$  比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。与T0时相比较, 两组T1、T2、T3、T4时相 HR、RR、 $P_{ET}CO_2$ 、 $Paw$  均呈先上升后下降趋势, MAP、 $SpO_2$  均呈先下降后上升趋势, 其中试验组T1、T2、T3、T4时相 RR、MAP, T1、T2、T3时相  $P_{ET}CO_2$ , T1、T2时相  $SpO_2$  与T0时相比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表2。

四、两组不同时相T淋巴细胞亚群水平比较

与T0时相比较, 两组T2、T3、T4时相 CD3+、CD4+ 及 CD4+/CD8+ 均升高, CD8+ 降低, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 两组T0、T1时相各项指标比较差异均无统计学意义。试验组T2、T3、T4时相 CD3+、CD4+ 及 CD4+/CD8+ 均高于对照组, CD8+ 低于对照组, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表3。

五、两组术后辅助性镇痛药使用情况比较

与对照组比较, 试验组术后 PCIA 阿片类药物使用等效吗啡量及补救性地佐辛使用等效吗啡量更低 [(87.19 $\pm$ 11.21)mg vs. (34.44 $\pm$ 7.48)mg, (7.91 $\pm$ 2.13)mg vs. (6.82 $\pm$ 2.51)mg], 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。

六、GEE 评估不同麻醉方式对呼吸循环功能和 T淋巴细胞亚群水平的影响

在校准两组年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、心脏病史、脑卒中史、肺结核史等基线资料后, 将患者麻醉前和排气后的6项呼吸循环功能

表 2 两组不同时相呼吸循环功能指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

项目	试验组(50)	对照组(50)	t值	P值
HR(次/min)				
T0时相	80.58±9.25	77.99±8.42	1.464	0.146
T1时相	77.34±9.57	78.74±9.57	0.731	0.466
T2时相	79.44±8.45	84.37±8.91**	2.839	0.005
T3时相	78.04±8.21	86.84±8.38**	5.304	<0.001
T4时相	75.17±9.24*	79.62±9.46	2.380	0.019
RR(次/min)				
T0时相	15.19±3.36	15.36±3.51	0.247	0.805
T1时相	11.05±3.08**	12.83±3.14**	2.862	0.005
T2时相	10.62±3.05**	14.09±3.52	5.268	<0.001
T3时相	11.09±3.64**	13.61±3.02*	3.767	<0.001
T4时相	11.43±3.18**	13.61±2.71*	3.537	0.001
MAP(mmHg)				
T0时相	92.33±5.82	92.16±5.31	0.153	0.879
T1时相	79.05±5.97**	84.89±5.98**	4.887	<0.001
T2时相	73.69±6.05**	82.10±6.11**	6.916	<0.001
T3时相	70.79±6.44**	90.81±6.08	15.984	<0.001
T4时相	73.43±6.08**	89.52±5.94*	13.385	<0.001
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> (mmHg)				
T0时相	36.33±5.82	36.16±5.31	0.153	0.879
T1时相	38.71±3.88*	38.89±3.81*	0.234	0.815
T2时相	38.98±3.66*	41.25±3.52**	3.161	0.002
T3时相	38.59±3.71*	42.82±3.50**	5.864	<0.001
T4时相	37.52±3.75	39.94±3.79**	3.210	0.002
Paw(cmH <sub>2</sub> O)				
T0时相	12.73±3.12	12.60±3.01	0.212	0.833
T1时相	12.72±3.10	12.71±3.12	0.016	0.987
T2时相	13.15±3.09	18.94±3.24**	9.144	<0.001
T3时相	13.09±3.14	20.84±3.33**	11.973	<0.001
T4时相	12.89±3.13	17.89±3.61**	7.400	<0.001
SpO <sub>2</sub> (%)				
T0时相	98.65±1.85	98.67±1.84	0.054	0.957
T1时相	99.34±1.40*	97.61±1.62*	5.713	<0.001
T2时相	97.74±1.88*	95.74±2.10**	5.017	<0.001
T3时相	98.81±1.67	96.06±1.91**	7.664	<0.001
T4时相	98.94±1.55	97.37±1.89*	4.542	<0.001

与同组 T0 时相比较, \*P<0.05, \*\*P<0.001。1 mmHg=0.133 kPa  
 指标和 4 项 T 淋巴细胞亚群水平纳入 GEE 模型。其中, T4 时相 HR 上升了 1.656, 试验组随时间变化 HR 上升幅度较对照组小了 0.125; RR 降低了 1.172, 试验组随时间变化 RR 下降幅度较对照组大了 0.258; MAP 降低了 2.532, 试验组随时间变化 MAP 的下降幅度较对照组大了 0.662; P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 上升了 2.288, 试验组随时间变化 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 的上升幅度较对照组小了 0.223; Paw 上升了 1.957, 试验组随时间变化 Paw 的上升幅度较对照组小了 0.624; SpO<sub>2</sub> 降低了 1.673, 试验组随时间变化 SpO<sub>2</sub> 下

表 3 两组不同时相 T 淋巴细胞亚群水平比较( $\bar{x}\pm s$ )

项目	试验组(50)	对照组(50)	t值	P值
CD3+(%)				
T0时相	56.96±10.34	56.68±10.55	0.134	0.894
T1时相	57.01±10.53	57.05±10.64	0.019	0.985
T2时相	74.54±11.54**	64.21±11.57*	4.470	<0.001
T3时相	79.35±11.32**	67.91±11.63**	4.984	<0.001
T4时相	89.71±11.78**	71.64±11.89**	7.634	<0.001
CD4+(%)				
T0时相	31.01±8.31	30.94±8.05	0.043	0.966
T1时相	31.12±8.24	31.17±8.27	0.030	0.976
T2时相	43.64±8.67**	36.24±8.64*	4.275	<0.001
T3时相	51.78±7.87**	39.89±7.98**	7.501	<0.001
T4时相	59.67±7.52**	44.46±8.49**	9.483	<0.001
CD8+(%)				
T0时相	35.81±6.62	35.97±6.44	0.122	0.903
T1时相	35.31±6.54	35.54±6.32	0.179	0.858
T2时相	28.87±5.89**	33.18±5.78*	3.693	<0.001
T3时相	24.92±5.64**	32.65±5.67*	6.835	<0.001
T4时相	21.96±5.71**	31.32±6.63**	7.564	<0.001
CD4+/CD8+				
T0时相	1.05±0.43	1.02±0.72	0.253	0.801
T1时相	1.06±0.42	1.03±0.47	0.337	0.737
T2时相	1.99±0.54**	1.34±0.58*	5.800	<0.001
T3时相	2.42±0.64**	1.45±0.62*	7.697	<0.001
T4时相	2.94±0.74**	1.56±0.82*	8.835	<0.001

与同组 T0 时相比较, \*P<0.05, \*\*P<0.001

降幅度较对照组小了 0.085; CD3+ 上升了 1.148, 试验组随时间变化 CD3+ 上升幅度较对照组大了 0.258; CD4+ 上升了 1.548, 试验组随时间变化 CD4+ 上升幅度较对照组大了 0.669; CD8+ 降低了 1.483, 试验组随时间变化 CD8+ 下降幅度较对照组大了 0.321; CD4+/CD8+ 上升了 1.677, 试验组随时间变化 CD4+/CD8+ 上升幅度较对照组大了 0.635。见表 4。

### 讨 论

超前镇痛作为多模式镇痛策略的关键一环, 具备在机体受损前即进行干预的能力。其核心机制在于对神经末梢的精准阻滞, 即在手术创伤引发的外周信号传导至脊髓及更高级神经中枢之前实施镇痛干预, 从而显著缓解术中疼痛, 预先抑制外周及中枢神经系统的敏感性, 防止术后急性与慢性疼痛的发生, 进一步减少镇痛药物的使用量, 以及阿片类药物潜在的不良反应发生风险<sup>[10-11]</sup>。中枢及区域阻滞技术作为超前镇痛的有效手段, 在减轻患者术后早期疼痛方面展现了显著的价值, 近年来在心胸外科、乳腺外科、肝胆外

表4 基于GEE模型的不同麻醉方式下呼吸循环功能和T淋巴细胞亚群水平比较

项目	变量	$\beta$ 值	S.E.值	Wald $\chi^2$ 值	P值	项目	变量	$\beta$ 值	S.E.值	Wald $\chi^2$ 值	P值
HR	(截距)	6.148	0.088	4880.928	<0.001	SpO <sub>2</sub>	(截距)	6.247	0.083	5664.829	<0.001
	对照组	0					对照组	0			
	试验组	-0.143	0.121	1.397	0.023		试验组	0.144	0.127	1.286	0.024
	时间	1.656	0.023	5184.000	<0.001		时间	-1.673	0.152	121.145	<0.001
	时间*对照组	0					时间*对照组	0			
	时间*试验组	-0.125	0.101	1.532	0.022		时间*试验组	0.085	0.031	7.518	0.001
RR	(截距)	6.287	0.081	6024.443	<0.001	CD3+	(截距)	6.282	0.141	1984.987	<0.001
	对照组	0					对照组	0			
	试验组	-0.434	0.355	1.495	0.022		试验组	0.567	0.496	1.307	0.024
	时间	-1.172	0.089	173.410	<0.001		时间	1.148	0.089	166.381	<0.001
	时间*对照组	0					时间*对照组	0			
	时间*试验组	-0.258	0.108	5.707	0.002		时间*试验组	0.258	0.098	6.931	0.001
MAP	(截距)	7.312	0.171	1828.438	<0.001	CD4+	(截距)	8.312	0.271	940.746	<0.001
	对照组	0					对照组	0			
	试验组	-0.129	0.085	2.303	0.019		试验组	0.829	0.585	2.008	0.021
	时间	-2.532	0.152	277.485	<0.001		时间	1.548	0.152	103.718	<0.001
	时间*对照组	0					时间*对照组	0			
	时间*试验组	-0.662	0.242	7.483	0.001		时间*试验组	0.669	0.242	7.642	0.001
P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub>	(截距)	6.571	0.182	1303.527	<0.001	CD8+	(截距)	6.571	0.332	391.730	<0.001
	对照组	0					对照组	0			
	试验组	-0.213	0.158	1.817	0.021		试验组	-0.213	0.158	1.817	0.021
	时间	2.288	0.102	503.166	<0.001		时间	-1.483	0.121	150.214	<0.001
	时间*对照组	0					时间*对照组	0			
	时间*试验组	-0.223	0.157	2.017	0.021		时间*试验组	-0.321	0.171	3.524	0.016
Paw	(截距)	6.176	0.093	4410.102	<0.001	CD4+/CD8+	(截距)	7.176	0.143	2518.215	<0.001
	对照组	0					对照组	0			
	试验组	-0.253	0.131	3.730	0.015		试验组	0.063	0.051	1.526	0.022
	时间	1.957	0.141	192.639	<0.001		时间	1.677	0.058	836.007	<0.001
	时间*对照组	0					时间*对照组	0			
	时间*试验组	-0.624	0.229	7.425	0.001		时间*试验组	0.635	0.239	7.059	0.001

科及骨科等多个临床科室得到了广泛采纳及应用。这些麻醉方法涵盖了硬膜外阻滞、TAPB及伤口局部浸润麻醉等多种形式<sup>[12]</sup>。超声引导下TAPB超前镇痛是一种先进的区域麻醉技术,通过特定方式将局部麻醉药物精准地递送至腹内斜肌与腹横肌之间的区域,从而精准地阻断腹壁内脊髓神经感觉传入路径,以实现胸腰神经的有效阻滞。当操作位置选择在肋下时,这种麻醉技术能够有效地覆盖至第7胸椎神经水平,从而阻断感觉信号向腹前壁的传递,目前该技术已在上腹部手术中得到广泛应用<sup>[13]</sup>。在实施超声引导下TAPB超前镇痛时,根据手术部位的不同,阻滞的神经根也会有所差异。若选择髂嵴上方作为注射点,通常能够实现对第10胸椎至第1腰椎神经根的阻滞,这种方式在下腹部手术中尤为适用。而若将注射点置于肋缘下方,则能够更广泛地阻断前腹壁神经,对

于上腹部手术而言是更为理想的选择<sup>[14-15]</sup>。本研究将超声引导下TAPB超前镇痛应用于腹腔镜下肝癌切除术,观察其对患者呼吸循环功能及免疫应答的影响,并探讨其镇痛效果。

本研究通过构建GEE模型以明确超声引导下TAPB超前镇痛对肝癌切除术患者呼吸循环功能及T淋巴细胞亚群水平的影响。GEE模型显示,T4时相试验组HR、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、Paw上升幅度较对照组小,RR、MAP下降幅度较对照组大,SpO<sub>2</sub>下降幅度较对照组小。分析其原因为:①在手术过程中,由于创伤和麻醉的施加,机体会经历一系列复杂的生理应激反应。这些反应主要集中在下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴和交感-肾上腺髓质系统上,其共同作用导致皮质醇和儿茶酚胺等应激激素的释放量增加。这种生理变化不仅可能引发血流动力学的不稳定,还可能导致应激激素水

平、动脉压、HR 等显著升高<sup>[16]</sup>。②CO<sub>2</sub>气腹的使用可能进一步加剧这种应激反应,对呼吸和循环系统产生不利影响,增加临床手术的风险和复杂性,提示临床需重视患者术中呼吸循环功能<sup>[17]</sup>。本研究中两组 T1、T2、T3、T4 时相呼吸循环功能指标 HR、RR、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>、Paw 均呈先上升后下降趋势,MAP、SpO<sub>2</sub> 均呈先下降后上升趋势,其中试验组波动较平缓。表明超声引导下 TAPB 超前镇痛可有效降低肝癌切除术患者术后呼吸系统并发症的发生风险,改善呼吸机循环功能损伤,缩短患者苏醒时间,更有利于改善其预后。行超声引导下 TAPB 超前镇痛的患者 HR、RR、MAP、P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 和 Paw 更低,可能是由于 TAPB 在保证麻醉效果的同时对循环和呼吸的影响更小,从而稳定了机体的呼吸循环系统。③另有研究<sup>[18]</sup>证实,超前镇痛策略在手术中显示出显著优势,能够有效预防和减轻由疼痛引发的动脉压异常升高、HR 加快及呼吸困难等一系列不良生理反应。而本研究中对照组 SpO<sub>2</sub> 下降较试验组更大( $P < 0.05$ ),说明未使用超前镇痛患者氧储备量减少及呼吸功能减退均较使用超声引导下 TAPB 超前镇痛患者更为严重。在护理全身麻醉患者时,调整下颌至适宜位置能够显著促进通气状况的改善,为患者提供一定程度的呼吸支持,通过改良体位管理方法提高患者的安全性和舒适度。同时,选择并正确置入鼻咽通气道则能显著增强患者上呼吸道的通畅性,有效预防呼吸道阻塞的发生。此针对呼吸道的护理方法不仅改善了患者的呼吸功能,还显著降低了术后并发症的发生风险<sup>[19]</sup>。④患者术后早期麻醉药物并未完全代谢,血流动力学指标不稳定,对 HR 及 MAP 均会产生不良影响,因此可能出现低血压及心律失常表现。术中改善肺的换气功能可减轻术后肺损伤程度,避免肺组织结构性改变。如术中造成的呼吸循环功能损伤未能在短时间内修复,则易引起肺不张,进一步损伤肺功能。术中维持呼吸循环功能平稳、确保肺底部保持较好扩张、提高气体交换面积可促进通气,并有助于增加回心血量及心排血量,增加全身循环以提升血氧含量,达到缓解全身缺氧的目的,从而有利于降低术后胃食管反流及误吸的发生率,促使患者肺复张,并维持呼吸平稳。术后呼吸循环功能的改善使患者生活质量和护理满意度均提高,焦虑和抑郁的发生率明显降低<sup>[20]</sup>。

研究<sup>[21-22]</sup>表明,肝癌患者体内的 T 淋巴细胞亚群 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 和 CD8<sup>+</sup> 分布呈现一定程度的异常和紊乱,其中 CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞在免疫调节中发挥着重要作

用,能有效抑制机体的体液免疫和细胞免疫反应;CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞作为辅助性 T 淋巴细胞,在免疫应答中发挥着核心协调作用,有助于机体有效抑制肿瘤的生长与转移<sup>[23]</sup>;CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞可以作为衡量免疫细胞总体活动状态的重要标记物,高 CD3<sup>+</sup> T 淋巴细胞浸润与癌症生存率的提高有关<sup>[24]</sup>。研究<sup>[25]</sup>显示,肿瘤患者常呈现免疫抑制特征,这一状态显著体现在淋巴细胞亚群比例失衡及其功能异常上,进而允许肿瘤细胞逃避宿主的免疫监控。这些抑制因素能够抑制 CD3<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup> T 淋巴细胞和 NK 细胞生成<sup>[26]</sup>。与此同时 CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup> T 淋巴细胞显著增多进一步抑制免疫系统抗肿瘤作用<sup>[27]</sup>。本研究结果显示,试验组 T2、T3、T4 时相 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 及 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 均高于对照组,CD8<sup>+</sup> 低于对照组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。表明超声引导下 TAPB 超前镇痛在一定程度上减轻了肿瘤负荷,有效消除了体内肿瘤免疫抑制因子的源头,缓解了肿瘤组织对宿主免疫系统的抑制作用。肿瘤组织可以分泌多种免疫抑制性因子如干扰素- $\beta$ 、白介素-10 等,可降低抗原递呈细胞对肿瘤抗原的摄取、加工和提呈,阻止其充分激活。既往研究<sup>[15]</sup>表明,超声引导下 TAPB 超前镇痛作为腹部手术中的一项重要辅助镇痛手段,不仅显著增强了术后的镇痛效果,还极大地降低了术后对阿片类药物及全身麻醉药物的依赖程度。本研究中试验组术后 PCIA 阿片类药物使用等效吗啡量及补救性地佐辛使用等效吗啡量较对照组更低(均  $P < 0.05$ ),与之报道一致。提示超声引导下 TAPB 超前镇痛可减缓手术过程中机体损伤并减少阿片类药物使用,在临床清除肿瘤过程中发挥了对机体的免疫功能保护功能,提高免疫反应诱导及效应,进而增强机体的免疫监视作用,从而使肿瘤患者细胞免疫功能得以提升<sup>[28]</sup>。本研究中 GEE 模型显示,T4 时相试验组 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 较对照组上升幅度大,CD8<sup>+</sup> 下降幅度较对照组大,其比较结果更稳健、更具体,能更清晰地显示两组各指标变化幅度及差异的具体数值,对临床研究有可靠的参考价值。

本研究的局限性:①样本量较小,均来自同一医疗中心,且随访时间较短,结果存在一定偏倚,有待后续开展大样本、多中心、长周期的随机对照试验;②虽已明确超声引导下 TAPB 超前镇痛对肝癌切除术患者呼吸循环功能、T 淋巴细胞亚群水平,以及辅助性镇痛药使用的影响,但未加入多模式镇痛的药物联合模式,可在后续研究中将此纳入。

综上所述,超声引导下 TAPB 超前镇痛可有效优

化肝癌切除术患者呼吸循环功能,并改善其T淋巴细胞亚群水平,进而降低患者术后对辅助性镇痛药的依赖性,具有一定的临床应用价值。

### 参考文献

- [1] Foda ZH, Annapragada AV, Boyapati K, et al. Detecting liver cancer using cell-free DNA fragmentomes[J]. *Cancer Discov*, 2023, 13(3): 616-631.
- [2] 郑荣寿,陈茹,韩冰峰,等. 2022年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. *中华肿瘤杂志*, 2024, 46(3): 221-231.
- [3] Maki H, Hasegawa K. Advances in the surgical treatment of liver cancer[J]. *Biosci Trends*, 2022, 16(3): 178-188.
- [4] O'Neill A, Lirk P. Multimodal analgesia[J]. *Anesthesiol Clin*, 2022, 40(3): 455-468.
- [5] Ma K, Bebawy JF, Hemmer LB. Multimodal analgesia and intraoperative neuromonitoring[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2023, 35(2): 172-176.
- [6] Dai J, Lin S, Cui X, et al. The effects of ultrasound-guided QLB and TAPB combined with opioid-free anesthesia (OFA) on clinical efficacy of the patients undergoing abdominal surgery[J]. *Heliyon*, 2023, 9(10): e20878.
- [7] Xuan C, Yan W, Wang D, et al. Efficacy of preemptive analgesia treatments for the management of postoperative pain: a network Meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 129(6): 946-958.
- [8] Löchel J, Wassilew GI, Krämer M, et al. Transversus abdominis plane block reduces intraoperative opioid consumption in patients undergoing periacetabular osteotomy[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(17): 4961.
- [9] Wang YY, Fu HJ. Analgesic effect of ultrasound-guided bilateral transversus abdominis plane block in laparoscopic gastric cancer[J]. *World J Gastrointest Surg*, 2023, 15(10): 2171-2178.
- [10] Huang X, Wang J, Zhang J, et al. Ultrasound-guided erector spinae plane block improves analgesia after laparoscopic hepatectomy: a randomised controlled trial[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 129(3): 445-453.
- [11] 孙逊,孙家财,葛迅,等. 超前镇痛在经皮椎体成形术治疗老年骨质疏松性胸腰椎骨折的临床研究[J]. *生物医学工程与临床*, 2024, 28(2): 205-209.
- [12] 方炼. 塞来昔布联合胸段硬膜外阻滞及TAPB在肝癌肝切除超前镇痛中的应用及炎症反应研究[D]. 扬州:扬州大学, 2021.
- [13] Yu S, Wen Y, Lin J, et al. Combined rectus sheath block with transverse abdominis plane block by one puncture for analgesia after laparoscopic upper abdominal surgery: a randomized controlled prospective study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2024, 24(1): 58.
- [14] 凌泉,梁敬柱,李斌飞. 横腹肌平面阻滞应用于腹腔镜下肝癌切除术患者术后镇痛及对机体免疫功能的影响[J]. *中国内镜杂志*, 2019, 25(9): 36-40.
- [15] Zhang L, Jia Z, Gao T, et al. A randomized controlled trial evaluating the effects of transversus abdominis plane block with compound lidocaine hydrochloride injection on postoperative pain and opioid consumption and gastrointestinal motility in patients undergoing gynecological laparotomy[J]. *Front Mol Neurosci*, 2023, 16: 967917.
- [16] Yu P, Zhang J, Zou Y, et al. Effect of preventive analgesia with nalbuphine and dexmedetomidine in endoscopic sinus surgery[J]. *Pain Res Manag*, 2022, 2022: 2344733.
- [17] Dai L, Ling X, Qian Y. Effect of ultrasound-guided transversus abdominis plane block combined with patient-controlled intravenous analgesia on postoperative analgesia after laparoscopic cholecystectomy: a double-blind, randomized controlled trial[J]. *J Gastrointest Surg*, 2022, 26(12): 2542-2550.
- [18] Veerasamy S, Kumar L, Kartha A, et al. Comparison of arterial to end-tidal carbon dioxide gradient P(a-ET) CO<sub>2</sub> in volume versus pressure controlled ventilation in patients undergoing robotic abdominal surgery in the Trendelenburg position. A randomised controlled study[J]. *Indian J Anaesth*, 2022, 66(Suppl 5): S243-S249.
- [19] Bhandari AP, Nnate DA, Vasanthan L, et al. Positioning for acute respiratory distress in hospitalised infants and children[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2022, 6(6): CD003645.
- [20] Ji X, Yan Y. Effect of using the active cycle of breathing technique combined with Watson's theory of human caring in rapid patient rehabilitation following lung cancer surgery[J]. *Altern Ther Health Med*, 2023, 29(2): 14-20.
- [21] Wu Q, Pan C, Zhou Y, et al. Targeting neuropilin-1 abolishes anti-PD-1-upregulated regulatory T cells and synergizes with 4-1BB agonist for liver cancer treatment[J]. *Hepatology*, 2023, 78(5): 1402-1417.
- [22] Meiser P, Knolle MA, Hirschberger A, et al. A distinct stimulatory cDC1 subpopulation amplifies CD8<sup>+</sup> T cell responses in tumors for protective anti-cancer immunity[J]. *Cancer Cell*, 2023, 41(8): 1498-1515.e10.
- [23] Künzli M, Masopust D. CD4<sup>+</sup> T cell memory[J]. *Nat Immunol*, 2023, 24(6): 903-914.
- [24] Schardey J, Lu C, Neumann J, et al. Differential immune infiltration profiles in colitis-associated colorectal cancer versus sporadic colorectal cancer[J]. *Cancers(Basel)*, 2023, 15(19): 4743.
- [25] Qu X, Wang Y, Jiang Q, et al. Interactions of Indoleamine 2, 3-dioxygenase-expressing LAMP3<sup>+</sup> dendritic cells with CD4<sup>+</sup> regulatory T cells and CD8<sup>+</sup> exhausted T cells: synergistically remodeling of the immunosuppressive microenvironment in cervical cancer and therapeutic implications[J]. *Cancer Commun (Lond)*, 2023, 43(11): 1207-1228.
- [26] Fu X, Qin P, Li F, et al. The inter-link of ageing, cancer and immunity: findings from real-world retrospective study[J]. *Immun Ageing*, 2023, 20(1): 75.
- [27] Kraemer AI, Chong C, Huber F, et al. The immunopeptidome landscape associated with T cell infiltration, inflammation and immune editing in lung cancer[J]. *Nat Cancer*, 2023, 4(5): 608-628.
- [28] Shirri AM, Zhang T, Bedke T, et al. IL-10 dampens antitumor immunity and promotes liver metastasis via PD-L1 induction[J]. *J Hepatol*, 2024, 80(4): 634-644.

(收稿日期:2024-06-29)