

· 临床研究 ·

经皮穴位电刺激对胸腔镜肺癌根治术患者术中循环抑制的影响

刘晨 韩瑞丽 郑兰兰 郭飞 王彦珍 高昌俊

【摘要】 目的 探讨经皮穴位电刺激 (TEAS) 对全麻联合胸椎旁神经阻滞 (TPVB) 下胸腔镜肺癌根治术患者术中循环抑制的影响。**方法** 选择 2021 年 10 月至 2022 年 5 月择期在全麻联合 TPVB 下行胸腔镜肺癌根治术患者 150 例,男 58 例,女 92 例,年龄 19~64 岁,BMI 18~30 kg/m²,ASA I 或 II 级。采用随机数字表法将患者分为两组:TEAS 组和对照组,每组 75 例。麻醉诱导前 30 min,TEAS 组于双侧合谷穴、内关穴、足三里穴进行 TEAS 至手术结束;对照组于相同穴位上贴敷电极片,不进行电刺激。记录穴位刺激前 (T₀)、胸椎旁神经阻滞 10 min (T₁)、切皮即刻 (T₂)、手术 30 min (T₃)、手术 60 min (T₄)、手术结束即刻 (T₅) 和术后 30 min (T₆) 的 HR、SBP、DBP、MAP 和 BIS。记录术中心动过缓、心动过速、低血压、高血压、循环抑制发生情况及血管活性药物使用情况。记录术中丙泊酚、舒芬太尼、瑞芬太尼用量。记录术后 1、2、7 d VAS 疼痛评分和术后 7 d 内镇痛药物用量。记录术后恶心呕吐、头晕、胸闷、气促等不良反应发生情况及术后住院时间。**结果** 与对照组比较,TEAS 组术中输血量、低血压、高血压、循环抑制发生率、术中肾上腺素、麻黄碱、去甲肾上腺素、乌拉地尔使用率、术后 1、2 d VAS 疼痛评分、术后 7 d 内镇痛药使用率明显降低 ($P<0.05$),术后住院时间明显缩短 ($P<0.05$),T₁ 时 SBP、DBP 和 MAP 明显升高 ($P<0.05$),术中丙泊酚、舒芬太尼、瑞芬太尼用量均明显减少 ($P<0.05$)。两组恶心呕吐、头晕、气促发生率差异无统计学意义。**结论** TEAS 可以改善全麻联合 TPVB 下胸腔镜肺癌根治术患者术中循环抑制情况,减少围术期麻醉药物用量和血管活性药物使用,改善术后早期急性疼痛,缩短术后住院时间。

【关键词】 经皮穴位电刺激;胸椎旁神经阻滞;胸腔镜肺癌根治术;全身麻醉;低血压

Effect of transcutaneous electrical acupoint stimulation on circulation depression in patients undergoing thoracoscopic radical resection of lung cancer LIU Chen, HAN Ruili, ZHENG Lanlan, GUO Fei, WANG Yanzhen, GAO Changjun. Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital of the Air Force Military Medical University, Xi'an 710038, China

Corresponding author: GAO Changjun, Email: gaocj74@163.com

【Abstract】 Objective To observe the effect of transcutaneous electrical acupoint stimulation (TEAS) on circulation depression in patients underwent thoracoscopic radical resection of lung cancer under general anesthesia combined with thoracic paravertebral block (TPVB). **Methods** A total of 150 patients from October 2021 to May 2022, 58 males and 92 females, aged 19–64 years, BMI 18–30 kg/m², ASA physical status I or II, underwent thoracoscopic radical resection of lung cancer under general anesthesia combined with TPVB were enrolled. According to random number table method, the patients were divided into two groups: the TEAS group and the control group, 75 patients in each group. In the TEAS group, transcutaneous electrical acupoint stimulation was performed at Hegu, Neiguan, and Zusanli 30 minutes before induction until the end of operation. In the control group, the electrodes were only connected at the same time point without electrical stimulation. HR, SBP, DBP, MAP, and BIS were recorded before stimulation (T₀), 10 minutes after TPVB (T₁), the time of skin incision (T₂), 30 minutes after operation started (T₃), 60 minutes after operation started (T₄), the end of operation (T₅), and 30 minutes after operation (T₆). The incidences of bradycardia, tachycardia, hypotension, and hypertension, and the usages of vasoactive drugs during operation were recorded. The dosages of propofol, sufentanil, and remifentanil in the operation were recorded. The VAS pain score 1, 2, and 7 days after operation, the usages of analgesics used within 7 days after operation, postoperative adverse effects such as nausea and vomiting, dizziness, chest tightness, and shortness of breath, and the length of hospital stay were recorded. **Results** Compared with

DOI:10.12089/jca.2023.12.010

基金项目:唐都医院学科创新发展计划-临床项目(2021LCYJ029)

作者单位:710038 西安市,空军军医大学第二附属医院麻醉手术科

通信作者:高昌俊,Email: gaocj74@163.com

the control group, intraoperative infusion volume, incidence of hypotension, hypertension, and circulation depression, the usages of deoxyepinephrine, ephedrine, norepinephrine, and urapidil intraoperation, VAS pain scores 1 and 2 days after operation, and the usage of analgesics within 7 days after operation were significantly decreased ($P < 0.05$), length of hospital stay was significantly shortened ($P < 0.05$), SBP, DBP, and MAP were significantly increased at T_1 ($P < 0.05$), the dosages of propofol, sufentanil, and remifentanyl were significantly decreased in the TEAS group ($P < 0.05$). There were no significant differences of nausea and vomiting, dizziness, and shortness of breath between the two groups. **Conclusion** TEAS can improve the circulation depression, and reduce the incidences of intraoperative hypotension and hypertension, decrease the dosages of anesthetics and the rate of using vasoactive drugs during operation, improve early postoperative acute pain and shorten the length of hospital stay in patients undergoing thoracoscopic radical resection of lung cancer under general anesthesia combined with TPVB.

[Key words] Transcutaneous electrical acupoint stimulation; Thoracic paravertebral block; Thoracoscopic radical resection of lung cancer; General anesthesia; Hypotension

肺癌是全球发病率较高的恶性肿瘤之一^[1],胸腔镜肺癌根治术是其重要的治疗手段。手术操作及麻醉药物常导致患者术中血流动力学剧烈波动,影响患者围术期安全和术后康复质量。全身麻醉联合胸椎旁神经阻滞(thoracic paravertebral block, TPVB)的麻醉管理方案能够有效抑制术中应激反应,减少麻醉药物用量,有利于患者术后快速康复^[2],目前被广泛应用于胸科手术中,但术中易出现循环抑制^[3]。经皮穴位电刺激(transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS)将经皮电刺激和针灸穴位相结合,在围术期镇痛、器官功能保护、抑制机体应激反应等方面有独特的优势^[4-6]。TEAS能够通过调节血管压力和心交感神经系统影响血流动力学^[7-8],可安全应用于脊柱手术、乳腺手术以及需要控制性降压的手术中,能够避免术中血压、心率剧烈波动,减轻脏器功能损伤^[9-10]。本研究观察 TEAS 对全麻联合 TPVB 下行胸腔镜肺癌根治术患者术中循环抑制的影响,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准(K202108-41号),并在中国临床试验注册中心注册(ChiCTR2100051787),患者或家属签署知情同意书。选择 2021 年 10 月至 2022 年 5 月择期行胸腔镜肺癌根治术患者,性别不限,年龄 18~64 岁, BMI 18~30 kg/m², ASA I 或 II 级。排除标准:穴位刺激部位皮肤破损、感染,体内有植入电生理装置, TPVB 穿刺部位皮肤破损、感染,凝血功能明显异常,术前合并高血压且控制欠佳(术前访视 SBP ≥ 180 mmHg 或 DBP ≥ 110 mmHg),既往合并心律失常或 3 个月内发生过不稳定性心绞痛、心肌梗死,交流障碍,无法配合研究,胸部手术史或慢性疼痛病史,合并严重心、肝、肾等系统性疾病。剔除标准:术中病理结

果为良性,中转为开胸手术,术中出血量 ≥ 400 ml,手术时间不足 1 h 或超过 4 h,行全肺切除或肿瘤切除不完全,术中出现心房颤动或其他影响血流动力学的心律失常。

分组与处理 采用随机数字表法将患者分为两组:TEAS 组和对照组。TEAS 组在全麻诱导前 30 min 于双侧合谷穴、内关穴、足三里穴进行 TEAS。酒精擦拭选定穴位处皮肤,待干后贴敷电极并连接经皮穴位刺激仪。穴位刺激参数设定为疏密波,频率为 2/100 Hz,麻醉诱导前 30 min 开始电刺激,强度在 5 min 内由弱至强逐渐调节至患者能够耐受的最大强度(10~15 mA),待患者麻醉诱导意识消失后将刺激强度调整为 30 mA,频率为 2/100 Hz,直至手术结束。对照组在相同时点于相应穴位上贴敷电极片,不予以刺激。

麻醉方法 所有患者术前禁食 8 h、禁饮 2 h,入手术室后开放上肢静脉通路,输注复方乳酸钠 8 ml · kg⁻¹ · h⁻¹,常规监测 ECG、HR、BP、SpO₂ 和 BIS,采用非手术侧桡动脉穿刺置管监测 BP。穴位刺激前 10 min 静脉予以盐酸戊乙奎醚 0.5 mg、咪达唑仑 0.025 mg/kg 和酮咯酸氨丁三醇 30 mg。采用全麻联合 TPVB 的麻醉管理方案。麻醉诱导:静脉注射舒芬太尼 0.2~0.5 μg/kg、丙泊酚 1.5~2.0 mg/kg、罗库溴铵 0.6~0.8 mg/kg,待肌松药完全起效后插入双腔支气管导管,用纤维支气管镜定位以确保导管位置合适,连接麻醉机行机械通气。设定通气参数:双肺通气期间 V_T 6~8 ml/kg, RR 12~14 次/分, PEEP 5 cmH₂O,维持 $P_{ET}CO_2$ 35~45 mmHg;单肺通气期间 V_T 5~6 ml/kg, RR 14~16 次/分,维持 $P_{ET}CO_2$ 35~45 mmHg。TPVB:麻醉诱导后患者取侧卧位手术侧在上,确定穿刺点后消毒铺巾,采用低频超声探头,长轴平面外技术行 T₄₋₅ 椎旁神经阻滞,穿刺针到达胸椎旁神经间隙后注射 0.5% 罗哌

卡因 15 ml。采用持续静脉泵注丙泊酚 $3 \sim 6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、瑞芬太尼 $0.02 \sim 0.60 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 进行麻醉维持,间断推注罗库溴铵 0.15 mg/kg ,维持 BIS 40~60。全麻期间患者发生 HR<50 次/分或 MAP 降低幅度超过基础值的 30%、需使用血管活性药物提升心率或血压中任意一项,即认为发生循环抑制^[11]。术中出现心动过缓(HR≤50 次/分,持续时间超过 1 min)时,静脉注射阿托品 0.3 mg。术中出现心动过速(HR≥100 次/分,持续时间超过 1 min)时,静脉注射艾司洛尔 10 mg。术中发生低血压(MAP 降低幅度超过基础值的 30%或 SBP<90 mmHg,持续时间超过 1 min)时,根据患者 HR 静脉注射去氧肾上腺素 $50 \text{ } \mu\text{g}$ (HR>60 次/分)或麻黄碱 6 mg(HR<60 次/分),两次用药后无明显改善者,予以静脉泵注去甲肾上腺素改善低血压状态。术中出现高血压(MAP 升高幅度超过基础值的 30%,或 SBP≥160 mmHg 或 DBP≥100 mmHg,持续时间超过 1 min)时,静脉注射乌拉地尔 5 mg。麻醉维持期间持续静脉输注复方乳酸钠,输液速度为 $4 \sim 8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,如患者出现低血压、尿量< $1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 或手术区域有出血等容量不足的表现,调整输液速度为 $10 \sim 15 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 直至血压或尿量恢复正常。手术结束即刻连接静脉自控镇痛泵,PCIA 方案:舒芬太尼 $2 \text{ } \mu\text{g/kg}$ 、酮咯酸氨丁三醇 120 mg、格拉司琼 6 mg 加生理盐水稀释至 100 ml,背景剂量 2.5 ml/h ,单次剂量 3 ml,锁定时间 15 min。术后 7 d 内 VAS 疼痛评分≥4 分,则予以静脉注射地佐辛 5 mg 或口服羟考酮 5 mg 补救镇痛。

观察指标 记录穴位刺激前(T_0)、胸椎旁神经阻滞 10 min(T_1)、切皮即刻(T_2)、手术 30 min(T_3)、手术 60 min(T_4)、手术结束即刻(T_5)和术后 30 min(T_6)的 HR、SBP、DBP、MAP 和 BIS。记录术中心动过缓、心动过速、低血压、高血压、循环抑制发生情况及阿托品、艾司洛尔、去氧肾上腺素、麻黄碱、去甲肾上腺素、乌拉地尔使用情况。记录术中丙泊酚、舒芬太尼、瑞芬太尼用量。记录术后 1、2、7 d VAS 疼痛评分和术后 7 d 内镇痛药物用量。记录术后恶心呕吐、头晕、胸闷、气促等不良反应发生情况及术后住院时间。

统计分析 根据既往研究^[3, 12],全麻联合 TPVB 患者术中低血压发生率为 60%,TEAS 可使低血压发生率下降 15%,采用 G * power 3.1 软件,设 $\alpha=0.05$, $1-\beta=0.8$,考虑 20%的脱落率,每组需纳入患者 80 例。

采用 SPSS 26.0 软件进行分析。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,不同时点比较采用重复测量方差分析;非正态分布计量资料以中位数(*M*)和四分位数间距(IQR)表示,组间比较采用非参数检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究初始纳入患者 160 例,TEAS 组因术中病理结果为良性剔除 3 例,中转为开胸手术剔除 2 例;对照组因术中病理结果为良性剔除 4 例,因术中出血(出血量≥400 ml)剔除 1 例。最终纳入患者 150 例,每组 75 例。

与对照组比较,TEAS 组术中输液量明显减少,术后住院时间明显缩短($P<0.05$)。两组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、高血压病史、手术时间、麻醉时间、单肺通气时间、手术类型、出血量、尿量差异均无统计学意义(表 1)。

表 1 两组患者一般情况和术中情况的比较

指标	TEAS 组 (<i>n</i> = 75)	对照组 (<i>n</i> = 75)
男/女(例)	34/41	24/51
年龄(岁)	55.0±6.8	54.5±7.5
BMI(kg/m ²)	23.5±0.3	23.8±0.3
ASA I/II 级(例)	21/54	19/56
高血压[例(%)]	11(15)	15(20)
手术时间(min)	108.8±40.1	117.2±36.5
麻醉时间(min)	137.6±40.6	149.3±42.6
单肺通气时间(min)	94.2±4.2	101.4±3.9
手术类型[例(%)]		
肺楔形切除	17(23)	15(20)
肺段切除	15(20)	14(19)
肺叶切除	43(57)	46(61)
术中输液量(ml)	1 354.4±405.6 ^a	1 590.6±356.8
出血量(ml)	80.7±95.5	93.3±91.4
尿量(ml)	308.1±224.8	310.6±187.1
术后住院时间(d)	5.3±0.2 ^a	6.9±0.3

注:与对照组比较,^a $P<0.05$

与对照组比较, T_1 时 TEAS 组 SBP、DBP 和 MAP 明显升高($P<0.05$)。 T_0 — T_6 时两组 HR、BIS

差异均无统计学意义(表 2)。

与对照组比较,TEAS 组术中低血压、高血压和循环抑制发生率明显降低($P<0.05$)。两组心动过缓、心动过速发生率差异无统计学意义(表 3)。

与对照组比较,TEAS 组术中去氧肾上腺素、麻黄碱、去甲肾上腺素和乌拉地尔使用率均明显降低($P<0.05$)。两组阿托品、艾司洛尔使用率差异无统计学意义(表 4)。

与对照组比较,TEAS 组术中丙泊酚、舒芬太尼、瑞芬太尼用量均明显减少($P<0.05$)(表 5)。

与对照组比较,TEAS 组术后 1、2 d VAS 疼痛评分、术后 7 d 内地佐辛、羟考酮使用率和补救镇痛率明显降低($P<0.05$)(表 6—7)。

术后 7 d 内 TEAS 组 2 例(3%)发生恶心呕吐,2

例(3%)发生气促;对照组 4 例(5%)发生恶心呕吐,2 例(3%)发生头晕,2 例(3%)发生气促。两组恶心呕吐、头晕、气促发生率差异均无统计学意义。

讨 论

全麻联合 TPVB 能够有效缓解胸腔镜肺癌根治术患者围术期疼痛、减少麻醉药物用量及其相关不良反应、促进患者快速康复。该方案下手术及其麻醉管理具有以下特点:(1)术中血流动力学波动明显。牵拉肺门、压迫心脏、单肺通气等操作均可能引起血压剧烈波动,增加心脑血管意外、心律失常和围术期呼吸系统相关并发症发生率^[12]。(2)TPVB 可升高术中低血压的发生率及严重程度^[13],因为 TPVB 不仅阻滞胸神经及其分支,亦阻滞椎旁

表 2 两组患者不同时点 HR、SBP、DBP、MAP 和 BIS 的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₆
HR	TEAS 组	75	72.9±13.6	64.8±12.1	65.2±11.6	67.0±10.1	68.6±10.1	74.9±10.3
(次/分)	对照组	75	73.2±11.6	62.5±10.7	63.7±10.3	69.9±10.9	69.9±9.3	75.7±12.9
SBP	TEAS 组	75	147.7±14.7	119.8±14.8 ^a	119.6±12.2	115.1±13.6	124.9±12.6	136.9±12.2
(mmHg)	对照组	75	152.1±17.1	112.6±13.5	117.1±18.2	113.1±13.7	124.5±14.3	140.1±15.7
DBP	TEAS 组	75	76.2±7.2	69.9±8.5 ^a	71.9±9.2	69.6±7.9	74.8±8.3	74.0±7.7
(mmHg)	对照组	75	77.9±6.6	66.9±7.2	71.3±10.9	67.9±7.9	74.1±8.6	75.9±7.2
MAP	TEAS 组	75	102.9±9.3	88.6±10.9 ^a	90.1±11.0	86.8±10.6	93.1±10.8	95.7±9.2
(mmHg)	对照组	75	104.5±8.8	83.9±9.4	88.4±14.5	84.9±12.9	93.8±10.6	98.6±10.3
BIS	TEAS 组	75	95.7±2.9	48.4±4.9	49.3±5.0	49.8±5.1	51.3±6.5	86.6±3.4
	对照组	75	95.1±3.2	48.4±5.1	50.8±4.6	49.7±4.9	50.6±5.6	85.8±3.3

注:与对照组比较,^a $P<0.05$

表 3 两组患者心动过缓、心动过速、低血压、高血压和循环抑制的比较[例(%)]

组别	例数	心动过缓	心动过速	低血压	高血压	循环抑制
TEAS 组	75	3(4)	2(3)	16(21) ^a	1(1) ^a	20(27) ^a
对照组	75	7(9)	2(3)	38(51)	8(11)	43(57)

注:与对照组比较,^a $P<0.05$

表 4 两组患者术中血管活性药物使用的比较[例(%)]

组别	例数	阿托品	艾司洛尔	去氧肾上腺素	麻黄碱	去甲肾上腺素	乌拉地尔
TEAS 组	75	2(3)	1(1)	8(11) ^a	16(21) ^a	0(0) ^a	1(1) ^a
对照组	75	4(5)	2(3)	27(36)	37(49)	8(11)	8(11)

注:与对照组比较,^a $P<0.05$

表 5 两组患者术中麻醉药物用量的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	丙泊酚 (mg)	舒芬太尼 (μ g)	瑞芬太尼 (μ g)
TEAS 组	75	580.9 $\pm$ 24.6 ^a	29.4 $\pm$ 0.5 ^a	608.4 $\pm$ 29.1 ^a
对照组	75	688.8 $\pm$ 25.9	32.1 $\pm$ 0.7	873.9 $\pm$ 40.9

注:与对照组比较,^a $P<0.05$ 表 6 两组患者术后不同时间 VAS 疼痛评分的比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术后 1 d	术后 2 d	术后 7 d
TEAS 组	75	3.6 $\pm$ 0.1 ^a	2.3 $\pm$ 0.1 ^a	1.4 $\pm$ 0.1
对照组	75	4.8 $\pm$ 0.2	2.7 $\pm$ 0.2	1.5 $\pm$ 0.1

注:与对照组比较,^a $P<0.05$

表 7 两组患者术后补救镇痛和镇痛药物使用的比较[例(%)]

组别	例数	补救镇痛	地佐辛	羟考酮
TEAS 组	75	10(13) ^a	10(13) ^a	0(0) ^a
对照组	75	31(41)	26(35)	16(21) ^a

注:与对照组比较,^a $P<0.05$

间隙内支配心脏的胸交感神经,导致低血压发生。

TEAS 作为传统医学与现代医学结合的新型治疗方法,近年来成为研究热点并表现出巨大的临床应用潜力。根据中医人体气血阴阳平衡调节的理论和现代医学相关研究结果,内关穴属心包经,具有益气补心、养心血、通心脉之功效,予以 TEAS 可产生调节心脏自主神经系统功能及心肌保护的作用^[9, 14]。合谷穴属手阳明大肠经,具有通经止痛、镇静安神之效,临床中刺激该穴不仅能够提高痛阈、减少镇痛药物用量,亦可与肺经相表里,改善胸闷气促等症状^[15]。足三里穴为胃之下合穴,可强身保健、调气血之源,与其他腧穴配伍使用,具有稳定血流动力学、心肌保护、肺保护等作用^[16]。对足三里穴进行 TEAS 可激活第三腰髓节段的脊髓-交感神经反射通路,达到促进儿茶酚胺类物质释放入血、收缩下肢血管、升高血压的目的。因此,综合传统医学中腧穴功效及现代医学研究成果,针对胸腔镜肺癌手术及其麻醉管理的特点,本研究选择合谷

穴、内关穴、足三里穴进行 TEAS,以探究 TEAS 能否改善全麻联合 TPVB 下术中循环抑制状态。电刺激方案选择频率为 2/100 Hz 的疏密波,可避免使用单频率刺激时的穴位耐受。

将 TEAS 应用于心脏移植手术患者,发现其能够改善心脏交感神经抑制,且对心率、血压的调节具有双向性,在平衡心脏自主神经系统功能的同时,稳定血流动力学^[17]。TEAS 可以改善老年患者静脉全麻下膝关节置换术中止血带释放引起的血流动力学波动,并能减少术中瑞芬太尼、麻黄碱等药物用量,改善机体乳酸代谢^[18]。本研究结果显示,TEAS 可以降低 TPVB 后患者血压下降的程度,减少血流动力学波动。其机制可能与 TEAS 平衡心脏自主神经系统功能^[16],解除 TPVB 对心脏交感神经的抑制^[19]有关。在术中麻醉深度、出血量、尿量均无差异的前提下,TEAS 可使患者术中补液量明显降低,且能够降低低血压发生率并减少升压药物用量,提示 TEAS 可能通过调整全身血管舒缩功能调控容量平衡,减轻全麻药物对血管的扩张作用,从而减少术中低血压的发生。此外,TEAS 的镇痛功效及对心血管系统的双向调节作用^[20]也在术中发挥了避免血压过度升高或剧烈波动的作用。高强度电针刺激小鼠后肢足三里穴可激活脊髓的交感神经-肾上腺轴反射通路,从而促进肾上腺释放儿茶酚胺类神经递质,缓解交感神经系统抑制状态^[21]。该研究为穴位在驱动特定自主神经通路中的选择性和特异性提供了神经解剖学基础,也为 TEAS 调节血流动力学稳定、器官功能保护、改善术后转归的效应提供理论支持^[22]。

本研究具有一定的局限性:(1)本研究为单中心研究,结果推广到其他医院可能存在偏倚;(2)受临床实际条件所限,本研究血流动力学指标仅包括 HR、SBP、DBP 等,未能观察心脏每搏量、心脏指数、每搏变异度及炎性因子等相关指标,未能量化分析 TEAS 对神经内分泌系统及心脏功能的影响;(3)本研究中对照组为阴性对照,未能完全排除刺激本身对患者的影响,今后研究中可设置非穴位部位刺激对照,或设置不同穴位、不同刺激参数的相互对照进行深入研究,以排除其他干扰因素并探究最优的穴位配伍及刺激参数。

综上所述,TEAS 可以改善全麻联合 TPVB 下胸腔镜肺癌根治术患者术中循环抑制情况,减少围术期麻醉药物用量和血管活性药物使用,改善术后早期急性疼痛,缩短术后住院时间。

参 考 文 献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] Mogahed MM, Elkahwagy MS. Paravertebral block versus intercostal nerve block in non-intubated uniportal video-assisted thoracoscopic surgery: a randomised controlled trial. *Heart Lung Circ*, 2020, 29(5): 800-807.
- [3] Stüdfeld S, Brechnitz S, Wagner JY, et al. Post-induction hypotension and early intraoperative hypotension associated with general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2017, 119(1): 57-64.
- [4] Ulloa L. Electroacupuncture activates neurons to switch off inflammation. *Nature*, 2021, 598(7882): 573-574.
- [5] Wang D, Shi H, Yang Z, et al. Efficacy and safety of transcutaneous electrical acupoint stimulation for postoperative pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Pain Res Manag*, 2022, 2022: 7570533.
- [6] Liu T, Yin C, Li Y, et al. Effects of transcutaneous electrical acupoint stimulation on postoperative cognitive decline in elderly patients: a pilot study. *Clin Interv Aging*, 2021, 16: 757-765.
- [7] Guo ZL, Malik S. Acupuncture activates a direct pathway from the nucleus tractus solitarius to the rostral ventrolateral medulla. *Brain Res*, 2019, 1708: 69-77.
- [8] 赵莎, 王强, 高巍, 等. 经皮穴位电刺激对剖宫产产妇蛛网膜下腔阻滞低血压的影响. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(2): 130-133.
- [9] Li H, Wu C, Yan C, et al. Cardioprotective effect of transcutaneous electrical acupuncture point stimulation on perioperative elderly patients with coronary heart disease: a prospective, randomized, controlled clinical trial. *Clin Interv Aging*, 2019, 14: 1607-1614.
- [10] Hou Y, Yan Q, An H, et al. The use and protective effects of transcutaneous electrical acupoint stimulation during abdominal surgery: study protocol for a multicenter randomized parallel controlled trial. *Trials*, 2019, 20(1): 462.
- [11] 杨峰, 林成新. 右美托咪定心血管效应的机制. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(9): 999-1002.
- [12] Jor O, Maca J, Koutna J, et al. Hypotension after induction of general anesthesia: occurrence, risk factors, and therapy. a prospective multicentre observational study. *J Anesth*, 2018, 32(5): 673-680.
- [13] 张冉, 金佳, 田龙, 等. 胸椎旁神经阻滞对全麻胸腔镜肺部手术患者术中低血压的影响. *中华麻醉学杂志*, 2020, 40(5): 528-532.
- [14] Ma Q. Somato-autonomic reflexes of acupuncture. *Med Acupunct*, 2020, 32(6): 362-366.
- [15] 王婧, 田素领, 吴娟娟, 等. 合谷穴穴性剖析. *中国针灸*, 2017, 37(5): 565-566.
- [16] Tu JF, Wang LQ, Liu JH, et al. Home-based transcutaneous electrical acupoint stimulation for hypertension: a randomized controlled pilot trial. *Hypertens Res*, 2021, 44(10): 1300-1306.
- [17] Moreira BR, Duque AP, Massolar CS, et al. Transcutaneous electrical stimulation of pc5 and pc6 acupoints modulates autonomic balance in heart transplant patients: a pilot study. *J Acupunct Meridian Stud*, 2019, 12(3): 84-89.
- [18] 梁汉生, 冯艺. 经皮穴位电刺激对老年人膝关节置换术后血带性血流动力学波动的干预效果. *针刺研究*, 2017, 42(6): 522-526.
- [19] Liu S, Wang ZF, Su YS, et al. Somatotopic organization and intensity dependence in driving distinct NPY-expressing sympathetic pathways by electroacupuncture. *Neuron*, 2020, 108(3): 436-450.
- [20] 郭颖婷, 王佳平, 刘宇, 等. 经皮穴位电刺激防治心血管失调研究进展. *光明中医*, 2021, 36(23): 4087-4090.
- [21] Liu S, Wang Z, Su Y, et al. A neuroanatomical basis for electroacupuncture to drive the vagal-adrenal axis. *Nature*, 2021, 598(7882): 641-645.
- [22] Kupari J, Ernfors P. Pricking into autonomic reflex pathways by electrical acupuncture. *Neuron*, 2020, 108(3): 395-397.

(收稿日期: 2023-04-22)