

# 超声引导下竖脊肌阻滞在胸科手术中的应用进展

尹霞, 高进

重庆医科大学附属第一医院麻醉科, 重庆 400010

**摘要:** 超声引导下竖脊肌平面阻滞(ESPB)是一种新型的区域神经阻滞技术。相较于传统的神经阻滞技术,超声引导下 ESPB 具有操作简单,安全性高的独特优势,并且有与椎旁阻滞相当的镇痛效果,在胸科手术中有广阔的前景。本文通过对 ESPB 的解剖基础及作用机制和常用药物、给药方式以及优缺点等进行总结,对 ESPB 的现状进行了综述,重点阐述了其在胸科手术中的具体应用,意在提高临床医生对这项技术的认识,促进 ESPB 的发展和应用。

**关键词:** 胸科手术; 竖脊肌平面阻滞; 超声引导

**中图分类号:** R614 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2022)03-0410-05

## Ultrasound-guided erector spinae plane block in thoracic surgery

YIN Xia, GAO Jin

*Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China*

**Abstract:** Ultrasound-guided erector spinae plane block (ESPB) is a new regional nerve block technology. Compared with the traditional nerve block, ultrasound-guided ESPB has the unique advantages of simple operation and high safety and has the equivalent analgesic effect to paravertebral block. This paper summarizes the current situation of ESPB and focuses on its specific application in thoracic surgery by exploring the anatomical basis, mechanism of action, methods of administration of common drugs and advantages and disadvantages of ESPB in order to improve clinicians' understanding and promote the development and application of ESPB.

**Keywords:** Thoracic surgery; Erector spinae plane block; Ultrasonic guidance

**Fund program:** National Key Clinical Specialty Construction Project of the Ministry of Health [Cai she (2011) No.170]; Chongqing Key Medical Discipline Project [Yu Wei Ke jiao (2007) 2]

得益于麻醉技术的不断进步,胸科手术领域不断扩大。但是胸科手术创伤大,术后疼痛剧烈,虽然电视辅助胸腔镜手术(video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)的发展减小了手术创伤,但开胸术后疼痛综合征(post-thoracotomy pain syndrome, PTPS)的发生率仍高达29%<sup>[1]</sup>。因此,良好的疼痛管理对促进胸科手术患者快速康复和提高长期生存质量来说十分重要。胸段硬膜外镇痛(thoracic epidural analgesia, TEA)曾被认为是胸科镇痛的金标准,却有失败率接近30%,风险高等诸多弊端<sup>[2]</sup>。相较而言,超声引导下的胸椎旁神经阻滞(thoracic paravertebral blockade, TPVB)镇痛效果相当,安全性也大大提高,可是由于椎旁间隙空间狭小,发生胸膜损伤的案例仍屡见不鲜。基于此种背景,一种新型的躯干神经阻滞技术——超声引导下竖脊肌平面阻滞(erector spinae plane block, ESPB)应运而生。ESPB是一种新的躯干神经阻滞技术,在2016年由Forero首次描述<sup>[3]</sup>,在超声引导下将局麻药注射到竖脊肌深面的横突上,通过药物在筋膜间隙的广泛扩散,阻滞同侧多个节段脊神经并且具有内脏镇痛效果。

### 1 竖脊肌解剖及作用机制

**1.1 解剖基础** 竖脊肌是背肌中最长的肌肉,纵列于脊柱全部棘突两侧,填充于棘突与肋角的深沟内。以一总的肌腱及肌束起自骶骨背面,腰椎棘突,髂棘后部及胸腰筋膜。肌束向上在腰部开始分为三个纵行的肌柱,外侧为髂肋肌,中间为最长肌,内侧为棘肌。胸段脊神经出椎间孔后分为背侧支,腹侧支和交通支。背侧支通过肋横突孔向后走行进入竖脊肌,斜方肌等,最后延续为皮支,腹侧支沿水平走行成为肋间神经,先行走于肋间内膜深面,后走行于肋间内肌和最内肌之间,最后延续为前胸壁和上腹部皮支。

**1.2 作用机制** 胸科手术常选择T5节段,在棘突旁2~3 cm处进针,横突在超声下的图像可以被轻易的识别出来,依次穿过皮肤,皮下脂肪,竖脊肌,直至针尖到达横突,将局麻药注射在横突上,通过局麻药在周围组织的扩散,达到神经阻滞的效果。

根据局麻药的扩散途径,ESPB的作用机制有两种<sup>[4]</sup>。

(1)横向路径:这被认为是ESPB的主要作用机制,主要涉及

肋间神经,局麻药沿着筋膜平面侧向扩散至肋间隙,最远可扩散至中线外侧9~10 cm。在 Adhikary 等<sup>[5]</sup>的尸体研究中,ESPB 通过单点注射就能扩散到9个肋间隙,即使是在切口间距较大(如开胸手术),肋骨骨折等情况下,ESPB 广泛的覆盖范围也可实现有效的躯体镇痛。(2)椎旁阻滞路径:局麻药向前扩散,进入椎旁间隙,甚至硬膜外腔,累及腹侧支和背侧支的起源,因此一些研究者认为 ESPB 实际上是另一种形式的椎旁阻滞。然而,关于这一机制还存在许多争议。Ivanusic 等<sup>[6]</sup>在 T5 水平进行了单次注射 ESPB,分别在2~3和2~5个节段上观察到了神经孔和硬膜外的染液扩散,证实了这一路径的存在。然而其研究结果却截然相反。同样是在 T5 水平注射,Ivanusic 仅在两次注射中观察到了背根神经节的染色,椎旁间隙和硬膜外没有染料扩散,并且虽然有广泛的外侧扩散,但解剖结果显示染料未渗透肋间外肌,肋间神经没有受累。这可能是因为 Adhikary 同时在对侧进行了椎板后阻滞,试验中观察到的硬膜外的扩散可能是对侧椎板后阻滞技术的染料溢出导致的。并且 Adhikary 等<sup>[5]</sup>标本数量太少(3具尸体),很难具有很强的说服力。但是 Ivanusic 的研究也存在一定的局限性,即都是在尸体上进行的,而受组织结构等的变化以及呼吸运动带来的胸腔压力的变化等因素的影响,尸体上的扩散与活体中扩散的相关性是有限的,并且由于染色剂和局麻药成分上的差异,可能造成扩散结果的不一致。这可能是尸体研究结果与临床观察到的效果存在较大差异的解释。为了消除这一因素的影响,Schwartzmann 等<sup>[7]</sup>在为6名疼痛患者注射局麻药时加入了造影剂,在注射完成1 h后用MRI评估扩散情况,结果表明在肋间隙和神经孔的扩散为分别为5~11和2~6个节段,有两名患者还可见到硬膜外的扩散,并且MRI表现与感觉阻滞区域一致。

## 2 常用药物

2.1 局麻药 包括布比卡因、罗哌卡因。单次注射可选择0.25%~0.50%布比卡因或0.20%~0.75%罗哌卡因,最常用的是0.25%的布比卡因(42.2%)<sup>[8]</sup>,推荐剂量为2.5~3.0 mg/kg,其次是0.5%罗哌卡因,推荐剂量3 mg/kg<sup>[9]</sup>。据报道,在T5水平单次注射0.5%罗哌卡因20 ml,起效时间为20~30 min,可阻滞同侧T2~T9脊神经支配区域,镇痛效果持续6~8 h<sup>[10]</sup>。但Fiorelli等<sup>[11]</sup>认为药物浓度过低可能是造成镇痛不足的原因,选择了更高浓度的罗哌卡因(0.75%)20 ml来完成ESPB,获得了较好的镇痛效果,也没有发现任何局麻药中毒的迹象。然而周桥灵等<sup>[12]</sup>的研究对比了3个浓度罗哌卡因的镇痛效果(0.25%、0.33%、0.50%),发现相较于0.25%来说,增加浓度可以提高镇痛效果,但0.33%和0.5%组患者并未随浓度升高而获得更好的镇痛体验。或许是考虑到长时间连续输注,局麻药吸收入血产生的毒性反应,特别是布比卡因的心脏毒性,对成人来说,ESPB持续输注时常选择首次注射0.5%罗哌卡因20~25 ml+0.2%罗哌卡因8~12 ml/h<sup>[13]</sup>,也可选择0.2%左旋布比卡因首次剂量20 ml+8~10 ml/h持续输注,自控追加剂量5 ml,锁定时间30 min,可阻滞同侧T2~T10神经

支配区域<sup>[14-15]</sup>。

2.2 佐剂 有研究认为10 μg舒芬太尼复合0.25%罗哌卡因30 ml能够增强ESPB术后镇痛作用,延长作用时间,而且对患者无明显不良反应<sup>[16]</sup>。类固醇类如地塞米松等可以改善长期持续疼痛导致的炎症反应,并且有助于抑制神经元异常放电,是治疗慢性疼痛时的理想选择<sup>[17]</sup>。另外,由于可以收缩注射部位血管,减轻局麻药导致的神经炎症并且本身具有镇痛作用,右美托咪定也常作为神经阻滞的佐剂。已经有研究证实罗哌卡因联合右美托咪定(1 μg/kg)可以显著延长感觉阻滞的持续时间,并且减少镇痛药物的用量<sup>[18]</sup>。

## 3 给药方式

3.1 单次注射 是目前最常用的给药方式(80.2%)<sup>[8]</sup>,常用于术后镇痛和术中麻醉。术前给予单次ESPB联合少量止痛药可以在术后48 h内有效镇痛,并且可以明显降低术后24 h内阿片类药物消耗量,镇痛效果与肋间神经阻滞(intercostal nerve block, ICNB)相当<sup>[19]</sup>。据报道,在T5水平单次注射0.375%罗哌卡因20 ml可对同侧胸腔提供感觉阻滞,完全覆盖胸腔镜术后疼痛区域。

3.2 间歇推注 主要用于治疗慢性疼痛,药物选择基本与单次注射一致,间隔时间目前尚无标准,根据实际情况进行抉择。Forero在间隔3 h后给因多根肋骨骨折后慢性疼痛的患者重复注射了1次,患者在此后1个月内获得了非常满意的镇痛效果<sup>[1]</sup>。Piraccini为5名PTPS患者治疗时每周重复注射2次以上,每次注射后数字评分量表(NRS)都有所下降<sup>[20]</sup>。

3.3 持续输注 单次注射作用时间短暂,置入导管连续输注可提供更长时间的术后镇痛,更符合患者需求,并且阻滞区域可能随输注时间的延长而增加。一般置管深度为超过针尖3 cm,持续时间通常为3~5 d<sup>[13]</sup>。

## 4 在胸科手术的应用

4.1 术后镇痛 是ESPB目前最常见的作用。从加速康复外科理念(enhanced recovery after surgery, ERAS)提出,其中有效的术后镇痛是这一理念的核心内容。特别是对于胸科手术患者来说,胸科手术是术后疼痛最剧烈的外科手术,术后急性疼痛未有效控制的短期影响包括(1)不利于患者呼吸功能恢复,是术后肺部并发症发生率居高不下的重要因素;(2)疼痛引起身体神经激素级联反应,肾上腺素等分泌增加会导致心率血压升高和体液滞留等;(3)患者容易产生失眠、焦虑、抑郁等心理问题,不利于快速康复<sup>[1]</sup>。长期来看,术后急性疼痛是导致慢性疼痛的独立危险因素<sup>[21]</sup>。因此,有效的疼痛管理是外科医生和麻醉医生共同关注的问题。

4.1.1 ESPB的有效性 ESPB可降低阿片类药物用量,增加患者舒适度<sup>[21]</sup>。Yao等<sup>[22]</sup>发现,术前ESPB可以降低VATS术后8 h内休息和咳嗽时的疼痛评分,并且明显减少24 h内舒芬太尼的用量(50 μg vs 64 μg),Yao等<sup>[22]</sup>还利用QoR-40问卷调查评估了患者的满意度,该问卷包括情绪状态、身体舒适度、自理能力、心理支持、疼痛等五个方面,结果显示ESPB组

在术后第一天和第二天 QoR 得分均高于对照组,中位差分别为 11 分和 10 分,表明 ESPB 组具有更高的恢复质量,可能是促进 VATS 术后康复的有效手段。

ESPB 可改善胸科手术患者的肺功能,促进术后快速恢复。Chaudhary 等<sup>[23]</sup>发现相较于 ICNB,ESPB 更好的保留了肺功能,并且在麻醉恢复室停留的时间更短。另外,在随访中还发现 ESPB 组术后 8 周慢性疼痛发生率明显低于 ICNB 组 (10.6% vs 35.4%),据推测,原因可能是在施加有害刺激前进行 ESPB 可以阻止神经系统敏化,从而降低 PTPS 的发生率。这可能成为 ESPB 的另一大优势,但还需要更高质量的随机对照试验来证实这一结论。

Rispoli 等<sup>[24]</sup>为 7 名胸科手术患者实施 ESPB 作为抢救性镇痛,这些患者在术前都接受了多次 TPVB,但在住院期间 NRS 评分>3 分,并且因疼痛而无法进行理疗或有效咳嗽,在 ESPB 后 NRS 评分降低并且肺活量有了显著改善。在其他镇痛方法不能奏效或无法令患者满意时,将 ESPB 作为抢救性镇痛不失为一个好的选择。

4.1.2 ESPB 与 TEA 目前尚无 ESPB 与 TEA 的随机对照研究,但 Raft 等<sup>[13]</sup>报道了一个案例,一位 74 岁的老年女性因腺癌进行肺叶切除术,术前经多次尝试后成功置入了硬膜外导管,并且分别在切皮前、术中、手术结束时多次注射 2%利多卡因 5 ml,但拔管后患者 NRS 疼痛评分为 10,在第四次注射利多卡因并且静脉注射共 2.4 mg 氢吗啡酮后患者仍处于剧烈疼痛中,因此 Raft 尝试为患者实施连续 ESPB 来挽救镇痛,在注入 0.5%罗哌卡因 20 ml 后不久,患者疼痛评分下降到 3,此后 3 d 内,以 0.2%罗哌卡因 8 ml/h 持续输注,复合少量口服镇痛药物,维持了较好的镇痛效果。虽然 TEA 一直被认为是胸科术后镇痛的金标准,但是对于一些特殊的患者来说,ESPB 的效果可能更好。

4.1.3 ESPB 与 TPVB 随着可视化技术的发展,超声引导下 TPVB 由于具有与 TEA 相似的效果和更少的不良反应而备受青睐。Taketa 等<sup>[14]</sup>的研究比较 81 例行 ESPB 和 TPVB 的 VATS 患者术后镇痛效果,结果发现两组 24 h 内 NRS 评分差异无统计学意义,并且术后 6 h 和 20 h 在椎旁、腋前、锁骨中线等区域冷感和针刺试验结果相同,表明 ESPB 在 VATS 术后有与 TPVB 相当的镇痛效果。Fang 等<sup>[25]</sup>的研究发现 ESPB 镇

痛效果与 TPVB 相似,并且穿刺所需时间更短,成功率更高,不良反应更少。但是在 Chen 等<sup>[19]</sup>的研究中 TPVB 有更好的镇痛效果,可能与在执行 TPVB 时,在 T5、T6、T7 三个节段多次注射了局麻药,而 ESPB 却采用的是单节段注射有关。Tulgar 等<sup>[26]</sup>的研究也证实采用双水平 ESPB 可以提高镇痛效果。

4.1.4 ESPB 与 ICNB Chen 等<sup>[19]</sup>发现肺叶切除术后 8、24、48 h 在吗啡消耗量、休息和咳嗽时 VAS 评分等方面 ESPB 与 ICNB 差异无统计学意义,单次 ESPB 在减轻疼痛方面与 ICNB 同样有效。但 Fiorelli 等<sup>[11]</sup>的研究表明 ESPB 在进行小切口开胸手术的患者中具有比 ICNB 更好的镇痛效果,更低的围手术期镇痛要求,更好的患者满意度以及更少的呼吸肌力量障碍,可能与其使用了更高浓度的罗哌卡因有关,但是虽然在试验中并未出现任何局麻药相关的不良反应,但如此高的罗哌卡因浓度的安全性以及对呼吸运动的影响都有待考证,谨慎起见,不推荐使用。

4.2 慢性疼痛 Bayman 等<sup>[1]</sup>的研究表明胸科手术后 3 个月的慢性疼痛发生率为 34%,疼痛程度为 3.3±2.4,疼痛限制了 16%患者的日常活动。慢性疼痛的治疗方案主要包括口服药物和局部镇痛。Forero 先后为 7 名药物治疗失败或不愿口服药物的 PTPS 患者在其胸痛分布一致的胸椎水平上进行 ESPB<sup>[3,27]</sup>,发现每次阻滞疼痛即刻缓解,并且有 4 名患者镇痛效果持续了 2 周或更长时间,结果证明 ESPB 在 PTPS 中的有效性。与 Forero 不同的是 Fusco 等<sup>[28]</sup>针对同一种胸科手术 (VATS 肺叶切除术),并且采用相同的 ESPB 方法 (T5 水平注射 0.5%罗哌卡因 20~30 ml,曲安奈德 40 mg) 为 5 名 PTPS 患者进行治疗,每周重复注射 2 次以上,患者平均 NRS 从 8.8 下降到 2.4,DN4 问卷评分从 4.4 下降到 0.2。在 Fusco 等<sup>[28]</sup>的报道中,ESPB 治疗慢性胸痛疼痛缓解时间显著长于 TPVB,并且效果相同,这表明 ESPB 可有效治疗慢性胸痛,并且相较于其他几种神经阻滞,由于操作简便性和安全性,临床医生和患者对 ESPB 在门诊或者疼痛病房中的应用接受度更高,更有利于发展和推广。目前 ESPB 的应用范围已被扩大至下腰痛<sup>[28]</sup>、硬膜穿刺后头痛<sup>[29]</sup>、癌痛<sup>[30]</sup>等治疗。

4.3 术中麻醉 随着阻滞技术的发展,在适当的镇静辅助下,ESPB 被尝试用于各种小型胸科手术麻醉 (表 1)。

表 1 ESPB 在各类胸部手术中的应用情况

Tab. 1 Application of ESPB in various thoracic operations

文献	手术类型	注射位置	局麻药	复合麻醉	效果
Ueshima <sup>[31]</sup>	VATS 肺叶切除术	T6	0.375% 左旋布比卡因 20 ml	异丙酚+罗库溴铵	未使用任何阿片类药物,手术顺利完成,术后无需额外镇痛
Longo <sup>[32]</sup>	VATS 楔形切除术	T5	0.375% 罗哌卡因 20 ml	TCI 输注瑞芬太尼和丙泊酚 (靶浓度分别为 2 μg/ml 和 2.5 μg/ml)	未使用任何气道装置,保留自主呼吸,手术顺利完成,术后无需额外镇痛
Balaban <sup>[33]</sup>	胸部伤口缝合和探查	T8	0.5% 布比卡因 30 ml	术前咪达唑仑 2 mg,舒芬太尼 75 μg,术中氯胺酮 50 mg 静滴	手术顺利完成,术后 6 h 无疼痛
Balaban <sup>[33]</sup>	乳腺包块切除	T4	2% 利多卡因 10 ml + 0.5% 布比卡因 20 ml	氯胺酮 50 mg 静注	术后 9 h 无疼痛

除此之外, Hagen 等<sup>[34]</sup>的研究表明 ESPB 作为一种新型的围术期镇痛方式, 不仅可以为成人提供满意的术中和术后镇痛, 在小儿中也可以安全应用。在需要单侧手术的胸段小手术中, 单次注射 ESPB 可能比全身麻醉更有利, 即使是必须采用全身麻醉的患者, 相较于单纯全麻而言, 复合 ESPB 也可以减少术中阿片类药物用量, 促进术后早期转归。

## 5 优势

5.1 高安全性 TEA 有严重并发症的风险, 例如全脊麻、硬膜外血肿、低血压等<sup>[2]</sup>。TPVB 虽可以使用超声指导针头穿刺, 但是易发生气胸神经损伤等并发症。而超声引导下 ESPB 穿刺部位表浅, 远离胸膜, 针尖未进入硬膜下腔或椎旁间隙, 且横突的超声图像容易识别, 横突上无重要血管、神经或其他组织分布, 很大程度上降低了发生血肿、神经损伤、气胸等并发症的风险, 适应证更广, 特别是对那些因凝血障碍或使用抗凝药物的患者来说, ESPB 是安全且有效的替代。

5.2 高成功率 由于胸椎棘突呈叠瓦状, 穿刺难度大, 对操作者技能要求高。据报道, TEA 穿刺失败率为 14%~30%<sup>[2]</sup>。Moustafa 等<sup>[35]</sup>对比了 102 例进行改良根治性乳房切除术患者的 ESPB 和矢状平面内椎旁阻滞 (parasagittal in-plane thoracic paravertebral block, PARA) 执行情况, 发现 ESPB 成功率高达 100%, 而 PARA 组则为 77.8%, 并且 ESPB 组执行所需时间明显少于 PARA, 对于没有经验的麻醉医生来说, 执行 PARA 需要更多的指导。在 Fang 等<sup>[25]</sup>的对比实验中, ESPB 的成功率也明显高于 TPVB (82.2% vs 54.3%)。

## 6 并发症

目前关于 ESPB 并发症的报道很少。Ueshima<sup>[36]</sup>报道了一个 ESPB 后发生气胸的案例, 一位 73 岁女性 (155 cm, 43 kg) 接受左侧乳房全切术, 在超声引导下行 ESPB, 在注入 20 ml 0.25% 布比卡因 3 min 后, 超声图像上左肺没有移动, 确诊为左气胸, 停止手术并置入胸腔引流管, 第 2 天再次手术, 未见并发症, 可见尽管穿刺位置比较表浅, 但也有发生气胸的可能性, 特别是对于很瘦的患者来说。另外, 虽然发生率较 TPVB 低, 但方斌等<sup>[25]</sup>研究表明仍有 6.7% 的患者发生术中低血压需要用麻黄碱纠正。

## 7 局限性

Ueshima 等<sup>[37]</sup>报道了 2 例用 ESPB 行乳房根治性切除术的患者, 在注射 0.25% 布比卡因 25 ml 20 min 后发现 T2~T6 肋间神经外侧支配区域镇痛效果良好, 但阻滞未达到 T2~T6 前支, 手术无法完成, 还需附加其他阻滞技术。针对这一问题, 最近的研究发现, 采用双节段甚至多节段注射和适当增加局麻药体积的方法, 可以改善镇痛效果<sup>[27]</sup>。

## 8 小结

总之, ESPB 作为一种新型的区域阻滞技术, 由于操作简便, 安全高而且效果确切等独特的优势, 在胸科手术

后镇痛, 术中麻醉以及慢性疼痛治疗等方面中有广阔的前景。目前 ESPB 的应用范围已经扩大到腹腔手术、剖宫产手术等术后镇痛范围, 并且越来越受到青睐。但由于历史较短, 目前高质量的临床对照研究很少, 关于 ESPB 作用机制还存在很多争议, 对于最佳局麻药浓度和体积, 并发症等问题也尚无定论, 期待未来进行更多更深入的研究以便更好的应用。

## 参考文献

- [1] Bayman EO, Parekh KR, Keech J, et al. A prospective study of chronic pain after thoracic surgery [J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(5):938-951.
- [2] Yeung JH, Gates S, Naidu BV, et al. Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2(2):CD009121.
- [3] Forero M, Adhikary SD, Lopez H, et al. The erector spinae plane block: a novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2016, 41(5):621-627.
- [4] Onishi E, Toda N, Kameyama Y, et al. Comparison of clinical efficacy and anatomical investigation between retrolaminar block and erector spinae plane block [J]. *Biomed Res Int*, 2019, 2019:2578396.
- [5] Adhikary SD, Bernard S, Lopez H, et al. Erector spinae plane block versus retrolaminar block: a magnetic resonance imaging and anatomical study [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2018, 43(7):756-762.
- [6] Ivanusic J, Konishi Y, Barrington MJ. A cadaveric study investigating the mechanism of action of erector spinae blockade [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2018, 43(6):567-571.
- [7] Schwartzmann A, Peng P, Maciel MA, et al. A magnetic resonance imaging study of local anesthetic spread in patients receiving an erector spinae plane block [J]. *Can J Anaesth*, 2020, 67(8):942-948.
- [8] Tsui BCH, Fonseca A, Munshey F, et al. The erector spinae plane (ESP) block: a pooled review of 242 cases [J]. *J Clin Anesth*, 2019, 53:29-34.
- [9] Josh Luftig PA, Mantuani D, Herring AA, et al. The authors reply to the optimal dose and volume of local anesthetic for erector spinae plane blockade for posterior rib fractures [J]. *Am J Emerg Med*, 2018, 36(6):1103-1104.
- [10] 马丹旭, 任惠龙, 芮燕, 等. 超声引导下单次竖脊肌平面阻滞对胸腔镜下肺叶切除患者静脉自控镇痛效果的影响 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33(10):965-967.  
Ma DX, Ren HL, Rui Y, et al. Effect of ultrasound-guided single erector spinae plane block on postoperative self-controlled intravenous analgesia in patients undergoing video-assisted thoracoscopic lobectomy [J]. *J Clin Anesthesiol*, 2017, 33(10):965-967.
- [11] Fiorelli S, Leopizzi G, Menna C, et al. Ultrasound-guided erector spinae plane block versus intercostal nerve block for post-minithoracotomy acute pain management: a randomized controlled trial [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 34(9):2421-2429.
- [12] 周桥灵, 戴鹏, 刘洪珍, 等. 3 种浓度罗哌卡因的竖脊肌平面阻滞对胸科手术术后镇痛效果的比较 [J]. *重庆医学*, 2020, 49(7):1078-1081.

- Zhou QL, Dai P, Liu HZ, et al. Effect of erector spinae plane block with three concentrations of ropivacaine on postoperative analgesia of patients undergoing thoracic surgery [J]. *Chongqing Med*, 2020, 49(7):1078-1081.
- [13] Raft J, Chin KJ, Belanger ME, et al. Continuous erector spinae plane block for thoracotomy analgesia after epidural failure [J]. *J Clin Anesth*, 2019, 54:132-133.
- [14] Taketa Y, Irisawa Y, Fujitani T. Comparison of ultrasound-guided erector spinae plane block and thoracic paravertebral block for postoperative analgesia after video-assisted thoracic surgery: a randomized controlled non-inferiority clinical trial [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2019:rapm-2019-100827.
- [15] Scimia P, Basso Ricci E, Droghetti A, et al. The ultrasound-guided continuous erector spinae plane block for postoperative analgesia in video-assisted thoracoscopic lobectomy [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2017, 42(4):537.
- [16] 赵晓楠, 关雷, 刘鹏飞, 等. 舒芬太尼复合罗哌卡因竖脊肌阻滞用于肺癌患者术后镇痛的效果 [J]. *中国实验诊断学*, 2020, 24(2):234-238.
- Zhao XN, Guan L, Liu PF, et al. Effect of sufentanil combined with ropivacaine on postoperative analgesia in patients with lung cancer [J]. *Chin J Lab Diagn*, 2020, 24(2):234-238.
- [17] Hasoon J, Urits I, Viswanath O, et al. Utilization of erector spinae plane block in the chronic pain clinic for two patients with post-thoracotomy pain [J]. *Cureus*, 2020, 12(7):e8988.
- [18] Gao ZX, Xiao YM, Wang Q, et al. Comparison of dexmedetomidine and dexamethasone as adjuvant for ropivacaine in ultrasound-guided erector spinae plane block for video-assisted thoracoscopic lobectomy surgery: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial [J]. *Ann Transl Med*, 2019, 7(22):668.
- [19] Chen N, Qiao Q, Chen RM, et al. The effect of ultrasound-guided intercostal nerve block, single-injection erector spinae plane block and multiple-injection paravertebral block on postoperative analgesia in thoracoscopic surgery: a randomized, double-blinded, clinical trial [J]. *J Clin Anesth*, 2020, 59:106-111.
- [20] Piraccini E, Biondi G, de Lorenzo E, et al. Ultrasound-guided erector spinae block for post-thoracotomy pain syndrome in video-assisted thoracic surgery [J]. *Tumori*, 2020, 106(6):NP46-NP48.
- [21] 冯晓月, 陈建平, 张建文, 等. 超声引导下胸椎旁神经阻滞和竖脊肌平面阻滞用于胸腔镜肺叶切除术的临床疗效比较 [J]. *中国临床研究*, 2021, 34(6):757-761.
- Feng XY, Chen JP, Zhang JW, et al. Ultrasound-guided thoracic paravertebral nerve block versus erector spinal plane block for thoracoscopic lobectomy [J]. *Chin J Clin Res*, 2021, 34(6):757-761.
- [22] Yao Y, Fu S, Dai S, et al. Impact of ultrasound-guided erector spinae plane block on postoperative quality of recovery in video-assisted thoracic surgery: a prospective, randomized, controlled trial [J]. *J Clin Anesth*, 2020, 63:109783.
- [23] Chaudhary O, Baribeau Y, Urits I, et al. Use of erector spinae plane block in thoracic surgery leads to rapid recovery from anesthesia [J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 110(4):1153-1159.
- [24] Rispoli M, Tamburri R, Nespole MR, et al. Erector spine plane block as postoperative rescue analgesia in thoracic surgery [J]. *Tumori*, 2020, 106(5):388-391.
- [25] Fang B, Wang ZM, Huang XJ. Ultrasound-guided preoperative single-dose erector spinae plane block provides comparable analgesia to thoracic paravertebral block following thoracotomy: a single center randomized controlled double-blind study [J]. *Ann Transl Med*, 2019, 7(8):174.
- [26] Tulgar S, Selvi O, Ozer Z. Clinical experience of ultrasound-guided single and bi-level erector spinae plane block for postoperative analgesia in patients undergoing thoracotomy [J]. *J Clin Anesth*, 2018, 50:22-23.
- [27] Forero M, Rajarathinam M, Adhikary S, et al. Erector spinae plane (ESP) block in the management of post thoracotomy pain syndrome: a case series [J]. *Scand J Pain*, 2017, 17:325-329.
- [28] Fusco P, Di Carlo S, Chiavari R, et al. Lumbar erector spinae plane block associated with dry needling could be a winning strategy in the management of low back pain [J]. *J Clin Anesth*, 2020, 61:109686.
- [29] De Haan JB, Chrisman OM, Lee L, et al. T4 erector spinae plane block relieves postdural puncture headache: a case report [J]. *Cureus*, 2019, 11(11):e6237.
- [30] Kalagara HK, Deichmann P, Brooks B, et al. T1 erector spinae plane block catheter as a novel treatment modality for pancoast tumor pain [J]. *Cureus*, 2019, 11(11):e6092.
- [31] Ueshima H, Otake H. Erector spinae plane block provides effective pain management during pneumothorax surgery [J]. *J Clin Anesth*, 2017, 40:74.
- [32] Longo F, Piliago C, Tomaselli E, et al. Erector spinae plane block allows non-intubated vats-wedge resection [J]. *J Clin Anesth*, 2020, 60:89-90.
- [33] Balaban O, Aydin T, Yaman M. Is ultrasound guided erector spinae plane block sufficient for surgical anesthesia in minor surgery at thoracic region? [J]. *J Clin Anesth*, 2018, 47:7-8.
- [34] Hagen J, Devlin C, Barnett N, et al. Erector spinae plane blocks for pediatric cardiothoracic surgeries [J]. *J Clin Anesth*, 2019, 57:53-54.
- [35] Moustafa MA, Alabd AS, Ahmed AMM, et al. Erector spinae versus paravertebral plane blocks in modified radical mastectomy: Randomised comparative study of the technique success rate among novice anaesthesiologists [J]. *Indian J Anaesth*, 2020, 64(1):49-54.
- [36] Ueshima H. Pneumothorax after the erector spinae plane block [J]. *J Clin Anesth*, 2018, 48:12.
- [37] Ueshima H, Otake H. Limitations of the Erector Spinae Plane (ESP) block for radical mastectomy [J]. *J Clin Anesth*, 2018, 51:97.

收稿日期:2021-08-03 修回日期:2021-09-22 编辑:王宇