

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.02.036

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.02.036>

胸科术后镇痛的研究进展

杨佳薇 综述 李文志 审校

(哈尔滨医科大学附属第二临床医学院麻醉科, 哈尔滨 150001)

[摘要] 胸科手术疼痛剧烈, 缺乏有效的疼痛控制, 会产生一系列并发症。有效的术后镇痛对患者的恢复至关重要。目前常用的镇痛模式主要有区域镇痛及使用全身静脉镇痛药, 不同镇痛方法的联合使用可以获得更好的镇痛效果。现将胸科手术术后疼痛的产生机制及主要的术后镇痛方式加以综述, 为减轻胸科手术患者的疼痛、改善患者预后提供参考。

[关键词] 胸科; 疼痛; 术后镇痛

Research progress of postoperative analgesia in thoracic surgery

YANG Jiawei, LI Wenzhi

(Department of Anesthesiology, Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China)

Abstract Severe pain caused by thoracic surgery and lack of effective pain control may lead to a series of complications. Therefore, effective postoperative analgesia is very important for postoperative recovery of patients. At present, regional analgesia and systemic intravenous analgesia are the common analgesic modes. The combination of different analgesic methods can achieve better analgesia effect. The mechanism of postoperative pain and postoperative analgesic methods in thoracic surgery are reviewed to provide reference for relieving pain and improving prognosis of patients undergoing thoracic surgery.

Keywords thoracic surgery; pain; postoperative analgesia

胸外科手术是术后疼痛最剧烈的手术之一^[1], 开胸手术和电视辅助胸腔镜手术均会产生剧烈疼痛, 影响患者康复, 降低患者的医疗满意度^[2]。术后疼痛控制不佳使患者深呼吸受限, 最终会导致肺不张和分泌物滞留^[3]。此外, 术后由于镇痛不良产生的应激反应及患者活动受限而导致的术后高凝状态, 可能会引起深静脉血栓和肺栓塞^[4]。缺乏良好的镇痛, 急性术后疼痛可能会演变成持续的

术后慢性疼痛^[5]。由于术后急性疼痛也是早期开胸术后长期疼痛的预测因子, 因此积极的疼痛治疗可能有助于减少术后慢性疼痛的发生^[6-8]。良好的术后镇痛, 对于患者的预后及恢复至关重要。

1 胸科术后疼痛的主要原因

胸科手术疼痛的产生与躯体和内脏的疼痛及

收稿日期 (Date of reception): 2020-09-11

通信作者 (Corresponding author): 李文志, Email: wenzhili9@126.com

膈神经的牵涉痛有关^[1], 主要通过肋间神经、迷走神经、膈神经传入中枢神经系统。

传统的开胸手术常采用后外侧切开的方式, 进胸前需切断背阔肌、前锯肌、胸背神经及肋间神经, 常常需要撑开或切断肋骨。胸腔镜手术切口相对较短, 通常仅需1~2 cm的切口, 不需要过多离断胸壁的肌肉, 也不需要撑开或切断肋骨^[9]。急性术后疼痛主要是由肋间切口引起的^[10], 手术操作如切皮、分离肌肉、肋骨撑开器的挤压、腔镜器械的使用、胸腔引流管的刺激等躯体疼痛传来的刺激通过肋间神经传到同侧脊髓背角并在此整合, 最后传导至大脑皮层和边缘系统产生痛觉^[1]。迷走神经接受来自肺、纵膈、纵膈胸膜的伤害性刺激是产生内脏疼痛的主要原因。手术创伤引起前列腺素、缓激肽、组胺、钾离子等炎症介质的释放, 激活了外周伤害性感受器, 并使其敏化, 持续的外周敏化会导致脊髓背角神经元过度兴奋, 释放谷氨酸, 激活脊髓N-甲基-D-天冬氨酸(N-methyl-D-aspartic acid, NMDA)受体, 从而继发中枢敏化, 引起持续性的疼痛^[11]。此外, 由于患者手术体位及术中操作使膈神经受到刺激常引起肩部的牵涉痛。

2 胸科常用术后镇痛方法

2.1 区域镇痛技术

2.1.1 胸椎旁神经阻滞

椎旁间隙是椎体外侧的潜在楔形间隙, 位于壁层胸膜后方, 肋横突韧带前方, 其内侧为椎体、椎间孔、椎间盘外侧。椎旁间隙内包含脂肪组织、肋间神经、肋间血管、脊神经背支、交通支和交感神经链。在椎旁间隙注射局麻药, 可阻滞该侧的躯体、运动和交感神经, 产生麻醉效果, 可以单次给药或在椎旁间隙置管连续给药。由于椎旁间隙并非密闭, 因此注射的药物可向四周扩散。近年来超声在临床上的广泛使用也使得胸椎旁神经阻滞(thoracic paravertebral block, TPVB)更加容易、准确。TPVB可获得与硬膜外阻滞相似的镇痛效果, 术后肺功能、肺部并发症也无显著差异^[12-13]。通常单次注射10 mL左右的局麻药物可产生5个皮肤节段的阻滞, 常用药物为0.25%~0.5%的布比卡因或0.375%~0.5%的罗哌卡因^[14-15]。尽管经TPVB导管连续输注局麻药已有所报道^[13,16-18], 但药物最佳剂量和浓度尚无定论。最近的一项系统综述报道^[19], 与全身阿片类药物相比, TPVB能

更好地控制疼痛, 患者在注射药物后18~24 h内的满意度也更高。虽然TPVB可减少术后急性疼痛及相关并发症, 但有学者^[20]发现其对术后慢性疼痛的治疗无明显效果。相较于硬膜外阻滞产生的双侧交感神经阻滞, TPVB在不良反应如低血压等方面少于硬膜外阻滞^[8,21]。但椎旁间隙属于不可压缩的间隙, 美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)指南规定仍需严格抗凝^[22]。由于药物扩散的不确定性, 通常需多节段注射才能取得良好的阻滞效果。潜在风险包括气胸、Horner综合征、肋间血管损伤等。TPVB的成功与否在很大程度上依赖于麻醉医师的操作水平。

2.1.2 胸段硬膜外镇痛

胸段硬膜外镇痛(thoracic epidural analgesia, TEA)一直以来是开胸术后镇痛的金标准^[8], 其镇痛效果确切, 可改善患者的术后肺功能, 有效降低肺不张、低氧血症等术后肺部并发症的发生率。TEA虽然能控制术后急性疼痛, 但不能预防术后慢性疼痛的发生。放置硬膜外导管后患者可行硬膜外自控镇痛(patient controlled epidural analgesia, PCEA), 术后可个体化调整给药量, 提高镇痛效果, 降低药物不良反应。局麻药复合阿片类药物PCEA可获得更好的镇痛效果, Macias等^[23]研究发现: 经硬膜外导管使用0.2%的罗哌卡因或0.15%的布比卡因复合芬太尼连续输注可为开胸手术的患者在48 h内提供满意的镇痛效应。但由于阻滞了双侧交感神经, 产生的不良反应较多, 常见的不良反应包括低血压、轻微头晕和瘙痒。此外, 若硬膜外导管位置不当, 可能会产生单侧区域阻滞。由于硬膜外穿刺存在硬膜外水肿的风险, 因此对患者凝血功能的要求较高。虽有研究^[12-13]发现TPVB能产生和TEA相似的镇痛效果, 但Biswas等^[24]和Tamura等^[25]的研究表明: TEA的镇痛效果优于TPVB。关于二者镇痛效果的差异仍有待进一步深入研究。

2.1.3 肋间神经阻滞

肋间神经阻滞(intercostal nerve block, ICNB)是将局麻药注射到肋间神经沟内, 阻滞发自脊神经前支的肋间神经的镇痛方法。ICNB通常需要阻滞切口周围上下至少2个皮肤节段才能达到良好的阻滞效果。据报道, 在多个肋间水平进行局麻药注射可以提供良好的镇痛效果^[26-27]。单次和连续的ICNB已被证明优于单纯使用全身阿片类药物镇痛^[28-29]。Ahmed等^[30]的研究发现: 使用0.25%布比卡因在切口周围上下2个肋间行ICNB, 每一肋间各

4 mL局麻药,在胸腔镜手术6 h内可以提供良好的镇痛效果,并且可以减少阿片类药物的使用量。ICNB虽然可以减少阿片类药物的使用量,但并不能完全避免阿片类药物的使用,常常需要术后辅助全身镇痛药物。ICNB的主要缺点之一是局麻药全身吸收较多,特别是进行多节段阻滞时。其他的缺点包括穿刺过程中引起气胸、刺破肋间血管,但外科医生使用超声技术或在可视化操作下可以减少相关并发症的发生。

2.1.4 前锯肌平面阻滞

前锯肌平面阻滞(*serratus anterior plane block*, SAPB)可在腋窝前线、后线和第2至第7肋骨周围的任何区域进行,将局麻药注射在前锯肌浅部或深部产生阻滞效果。局麻药主要通过阻滞肋间神经的外侧支产生镇痛作用,此外,还可阻滞胸长神经和胸背神经^[31]。既可单次注射也可留置导管连续给药,通常单次注射即可产生良好的阻滞效果。这种阻滞并不靠近大血管、神经和胸膜,因此操作产生的风险较低。Semyonov等^[32]发现:在前锯肌浅层和深层注射局麻药产生的镇痛效果没有明显差异,且与静脉注射阿片类药物、非甾体抗炎药(*nonsteroidal anti-inflammatory drugs*, NSAIDs)和对乙酰氨基酚相比,进行SAPB的患者在术后1 h内吗啡和曲马多消耗量明显减少,术后8 h内视觉模拟量表(*Visual Analogue Scale*, VAS)评分较对照组低,术后恶心和呕吐的风险也较低。Khalil等^[33]将开胸手术患者随机分为SAPB和TEA两组,发现SAPB可产生与TEA相似的镇痛效果,且低血压的发生率更低。

2.1.5 竖脊肌平面阻滞

竖脊肌平面阻滞(*erector spinae plane block*, ESPB)是将局麻药注射到胸椎横突顶端和竖脊肌之间的筋膜平面内的一种新兴的神经阻滞技术,其镇痛机制尚不十分清楚。研究^[34-38]表明:这可能与局麻药不仅可以扩散到椎旁间隙和硬膜外隙,还可以扩散到至肋间神经的外侧皮支有关。Forero等^[39]使用0.2%罗哌卡因进行连续ESPB,起到了良好的镇痛效果。该方法可作为治疗开胸术后TEA镇痛失败后的抢救性镇痛技术。Ciftci等^[40]对胸腔镜肺叶切除术的患者使用0.25布比卡因20 mL进行单次ESPB,也产生了良好的术后镇痛效果,患者24 h内VAS评分明显降低,术后恶心呕吐的发生率也较低。研究^[41]表明:ESPB不仅可以产生躯体镇痛效果,还可通过阻断脊神经交通支和交感神经链,产生内脏镇痛效应,因此使用这种阻滞可以有效

地治疗来自肺切口部位的疼痛。此外,其操作并发症少,可为胸外科手术或创伤后的急性疼痛提供良好的镇痛效果。

2.1.6 胸膜间镇痛

胸膜间镇痛是通过将局麻药注射在脏层胸膜和壁层胸膜的胸膜间隙之间的一种镇痛方法,其可能的作用机制是局麻药经胸膜间隙广泛扩散,阻滞肋间神经,从而起到镇痛作用^[42]。但其镇痛效果存在争议,Silomon等^[43]在开胸手术中进行胸膜间注射布比卡因,与注射安慰剂相比,术后疼痛无明显差异。镇痛效果的争议可能与胸腔引流管造成局麻药的流失、胸膜腔内存在淤血和组织液等因素有关^[44]。

2.1.7 切口局麻药浸润

切口局麻药浸润是直接手术部位使用局麻药注射来阻断伤害性疼痛的传导,可在许多部位,包括皮下、筋膜下、肌内等置入导管连续输注局麻药^[45]。局部麻醉还可抑制损伤引起的炎症反应,因此可降低痛觉过敏的风险^[46]。Fiorelli等^[47]在手术结束前伤口放置导管持续输注布比卡因,发现局麻药持续输注不但能降低患者疼痛评分,减少术后阿片类药物应用,还能降低血液中炎症因子和细胞因子水平,减轻炎症反应。手术结束时由外科医生操作的切口浸润是一种简单而有效的技术,具有良好的安全性和较少的不良反应。根据术后疼痛的严重程度,它可以单独使用或作为多种治疗方案的一部分。这项技术适用于因感染和凝血障碍等因素而不能使用其他局部麻醉技术的情况。

2.1.8 鞘内镇痛

鞘内镇痛(*intrathecal analgesia*, IT)是一种不常见但有效的镇痛方式,通常是单次鞘内注射阿片类药物,经扩散与脊髓背角的阿片受体结合起镇痛作用。吗啡是鞘内注射常见的药物,由于吗啡的亲水性,其起效较慢,但持续时间长,单次鞘内注射小剂量吗啡可以减少24 h静息和运动时的疼痛评分^[48]。镇痛的起效时间和维持时间与注射的阿片类药物的类型有关。鞘内注射阿片药物的不良反应远小于全身给药,但也存在恶心呕吐、呼吸抑制、尿潴留、瘙痒等不良反应^[49]。

2.2 静脉麻醉药镇痛

2.2.1 NSAIDs

NSAIDs是通过抑制环氧酶,减少前列腺素合成,从而起到镇痛作用的。NSAIDs可以通过口服、直肠给药或静脉注射给药。对于胸外科手术

的患者, NSAIDs已经被证明可以减少约30%阿片类药物消耗^[50-52]。Bousofara等^[53]在术前给予酮咯酸静脉注射, 发现与安慰剂相比, 酮咯酸可以减少36%的吗啡用量, 且对术后肺功能无影响。Pavy等^[54]在开胸术后给予患者叫咪美辛栓剂, 发现术后阿片类药物应用显著减少, 且术后疼痛评分明显降低。NSAIDs可以降低疼痛评分、减少术后并发症, 同时不会引起呼吸抑制, 且对术后持续慢性疼痛也有良好的效果^[55-57], 因此是术后多模式镇痛的重要组成部分。NSAIDs的潜在不良反应包括凝血功能障碍、肾功能不全、消化道出血。选择性环加氧酶2抑制剂可以减少出血方面的不良反应, 但由于其严重心血管事件并发症的风险没有得到广泛使用。

2.2.2 阿片类药物

阿片类药物一直以来是术后镇痛的重要组成部分, 给药方式包括口服、静脉注射、肌注、皮下注射。以阿片类药物为主的患者静脉自控镇痛(patient controlled intravenous analgesia, PCIA)在胸科手术中得到了广泛的使用, 现已成为术后镇痛的主要治疗手段。患者可以个体化调节给药剂量, 在镇痛泵中加入止吐药还可减少阿片类药物恶心呕吐的不良反应。Zhou等^[58]将开胸手术的非小细胞肺癌患者随机分为两组, PCIA组在术后立即连接静脉自控镇痛泵, 配方为含2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的舒芬太尼和80 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的昂丹司琼共100 mL, 对照组不做任何干预, 发现PCIA组术后24 h内的VAS评分明显低于对照组, 术后恶心呕吐的发生率两组无明显差异。但阿片类药物的缺点在于治疗窗狭窄, 会产生成瘾性, 还会引起恶心呕吐、呼吸抑制、瘙痒、嗜睡、便秘等不良反应。虽然阿片类药物会产生呼吸抑制, 但在镇痛不充分导致患者通气量低的情况下, 阿片类药物的使用会改善患者的通气功能^[8]。

2.2.3 其他辅助用药

氯胺酮是一种NMDA受体拮抗剂, 可阻断与NMDA受体相关的离子通道, 抑制中枢敏化和痛觉过敏, 它镇痛作用良好且不影响呼吸功能。小剂量氯胺酮可以降低术后疼痛评分、减少阿片类药物的使用、降低术后恶心呕吐的发生, 但大剂量使用可能会产生精神症状^[59]。NMDA受体拮抗剂还可通过降低急性阿片类药物的耐受性来控制围手术期疼痛^[60-61]。虽然静脉注射氯胺酮可以改善术后急性疼痛, 但在慢性疼痛的控制方面效果不佳^[62]。普瑞巴林和加巴喷丁是两种可以提供镇痛效果的加巴喷丁类似物。一项荟萃分析^[63]的结

果表明: 普瑞巴林大大降低了患者的VAS评分, 同时减少了术后吗啡用量, 且对术后慢性疼痛具有良好的效果。加巴喷丁类药物的不良反应包括困倦、疲劳和头晕。右美托咪定是一种选择性的 α_2 受体激动剂, 具有镇静作用且不影响呼吸功能。Arain等^[64]报道: 在术中和术后使用右美托咪定均能显著降低大手术后对阿片类物质的需求。右美托咪定的不良反应包括口干、低血压、心动过缓等。此外, 非阿片类中枢性镇痛药曲马多连续静脉输注可产生与TEA同样的镇痛效果^[65], 对NSAIDs类药物无效的术后慢性疼痛, 曲马多可明显缓解疼痛症状^[66]。

2.3 多模式镇痛

多模式镇痛是指联合应用不同作用机制的镇痛药物和/或不同的镇痛方法。其作用于疼痛病理、生理机制的不同靶位和不同时相, 以求达到较理想的镇痛并尽可能减少镇痛不足及药物不良反应, 同时减轻疼痛及药物对心血管、神经、内分泌、免疫等系统的影响, 减少并发症, 维持内环境的相对稳定^[67]。Ling等^[68]将86例胸外科手术患者随机分为试验组(PCEA+环加氧酶2抑制剂帕瑞昔布钠)和对照组(PCEA+安慰剂), 结果显示: 观察组术后静息和咳嗽时疼痛评分明显低于对照组, 患者满意度也较高。区域麻醉技术联合PCIA能有效减轻开胸手术患者的疼痛, Ökmen等^[69]采用吗啡PCIA复合SAPB发现: 联合使用SAPB的患者术后镇痛泵吗啡用量明显减少。钟东海等^[70]在手术结束前采用罗哌卡因ICNB, 静脉注射选择性环加氧酶抑制剂帕瑞昔布钠及术后舒芬太尼PCIA, 发现患者术后PCIA舒芬太尼使用量明显减少, 患者疼痛评分降低, 促进了患者康复。不同静脉镇痛药联合使用, 可以减少不良反应的发生, 武林鑫等^[71]发现在胸科手术中吗啡联合地佐辛可以减轻阿片类药物引起的术后恶心呕吐、瘙痒等不良反应的发生。研究^[72]表明: 多模式镇痛是治疗疼痛的一种合理方法, 在控制疼痛方面更为有效, 且可以有效减少不良反应的发生。

3 结语

术后疼痛仍是外科医生和麻醉医生需要共同努力解决的重要问题, 有效的疼痛控制可以缩短患者住院时间, 改善卫生保健资源的利用, 减少护理成本。区域镇痛和全身麻醉药各具优点和风险(表1~2), 联合使用不同镇痛药物和镇痛方法优

化镇痛模式,可以减少不良反应的发生。对于不同的患者,疼痛的耐受度有差异,根据患者的全身情况采用个体化的镇痛模式,更有利于患者术

后的康复。对于疼痛产生的机制仍需要进一步探索,未来应开展更多合理的临床试验探究不同镇痛方法的合理性。

表1 胸外科常用区域镇痛技术

Table 1 Commonly used regional analgesic methods in thoracic surgery

区域镇痛技术	优点	不良反应
胸椎旁神经阻滞	镇痛效果与TEA相似且并发症少	气胸、Horner综合征、肋间血管损伤
胸段硬膜外镇痛	胸科镇痛金标准	硬膜外血肿、低血压、头晕、瘙痒、尿潴留、呼吸抑制
肋间神经阻滞	简单易操作,减少术后阿片类药物需求量	气胸、刺破肋间血管,多节段阻滞时局麻药全身吸收较多
前锯肌平面阻滞	通常单次注射即可产生良好的阻滞效果,不易损伤血管、神经	尚未有文献报道
竖脊肌平面阻滞	具有躯体镇痛和内脏镇痛效应	尚未有文献报道
胸膜间镇痛	尚不明确	镇痛效果存在争议
切口局麻药浸润	抑制损伤引起的炎症反应,可降低痛觉过敏的风险	简单而有效,可由外科医生操作
鞘内镇痛	单次鞘内注射阿片类药物可产生良好的镇痛效果	恶心呕吐、呼吸抑制、尿潴留、瘙痒

表2 静脉麻醉药

Table 2 Intravenous anesthetics

静脉麻醉药	优点	不良反应
非甾体类抗炎药	可减少30%阿片类药物的消耗,减少阿片类药物相关的不良反应,减轻术后持续慢性疼痛	凝血功能障碍、肾功能不全、消化道出血
阿片类药物	术后镇痛的重要组成部分,可行患者静脉自控镇痛	治疗窗狭窄,会产生成瘾性,恶心呕吐、呼吸抑制、瘙痒、嗜睡、便秘
N-甲基-D-天冬氨酸受体拮抗剂	抑制中枢敏化和痛觉过敏,镇痛作用良好且不影响呼吸功能	大剂量使用可能会产生精神症状
加巴喷丁类似物	减少术后阿片类药物用量,对术后慢性疼痛具有良好的效果	困倦、疲劳和头晕
右美托咪定	降低大手术后对阿片类物质的需求	口干、低血压、心动过缓
曲马多	连续静脉输注可产生和TEA同样的镇痛效果,可缓解术后慢性疼痛	恶心、呕吐

参考文献

- Marshall K, McLaughlin K. Pain management in thoracic surgery[J]. Thorac Surg Clin, 2020, 30(3): 339-346.
- Doan LV, Augustus J, Androphy R, et al. Mitigating the impact of acute and chronic post-thoracotomy pain[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2014, 28(4): 1048-1056.
- Xue FS, Li BW, Zhang GS, et al. The influence of surgical sites on early postoperative hypoxemia in adults undergoing elective surgery[J]. Anesth Analg, 1999, 88(1): 213-219.

4. Dentali F, Malato A, Ageno W, et al. Incidence of venous thromboembolism in patients undergoing thoracotomy for lung cancer[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2008, 135(3): 705-706.
5. Romero A, Garcia JE, Joshi G. The state of the art in preventing postthoracotomy pain[J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 25(2): 116-124.
6. Katz J, Jackson M, Kavanagh BP, et al. Acute pain after thoracic surgery predicts long-term post-thoracotomy pain[J]. *Clin J Pain*, 1996, 12(1): 50-55.
7. Gotoda Y, Kambara N, Sakai T, et al. The morbidity, time course and predictive factors for persistent post-thoracotomy pain[J]. *Eur J Pain*, 2001, 5(1): 89-96.
8. Gottschalk A, Cohen SP, Yang S, et al. Preventing and treating pain after thoracic surgery[J]. *Anesthesiology*, 2006, 104(3): 594-600.
9. Khelemsky Y, Noto CJ. Preventing post-thoracotomy pain syndrome[J]. *Mt Sinai J Med*, 2012, 79(1): 133-139.
10. Ochroch EA, Gottschalk A. Impact of acute pain and its management for thoracic surgical patients[J]. *Thorac Surg Clin*, 2005, 15(1): 105-121.
11. Mesbah A, Yeung J, Gao F. Pain after thoracotomy[J]. *BJA Education*, 2016, 16(1): 1-7.
12. Bauer C, Hentz JG, Ducrocq X, et al. Lung function after lobectomy: a randomized, double-blinded trial comparing thoracic epidural ropivacaine/sufentanil and intravenous morphine for patient-controlled analgesia[J]. *Anesth Analg*, 2007, 105(1): 238-244.
13. Kotzé A, Scally A, Howell S. Efficacy and safety of different techniques of paravertebral block for analgesia after thoracotomy: a systematic review and meta-regression[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103(5): 626-636.
14. D'Ercole F, Arora H, Kumar PA. Paravertebral block for thoracic surgery[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(2): 915-927.
15. Saito T, Den S, Cheema SP, et al. A single-injection, multi-segmental paravertebral block-extension of somatosensory and sympathetic block in volunteers[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2001, 45(1): 30-33.
16. Richardson J, Jones J, Atkinson R. The effect of thoracic paravertebral blockade on intercostal somatosensory evoked potentials[J]. *Anesth Analg*, 1998, 87(2): 373-376.
17. Karmakar MK. Thoracic paravertebral block[J]. *Anesthesiology*, 2001, 95(3): 771-780.
18. Giang NT, Van Nam N, Trung NN, et al. Patient-controlled paravertebral analgesia for video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy[J]. *Local Reg Anesth*, 2018, 11: 115-121.
19. Gessling EA, Miller M. Efficacy of thoracic paravertebral block versus systemic analgesia for postoperative thoracotomy pain: a systematic review protocol[J]. *JBI Database System Rev Implement Rep*, 2017, 15(1): 30-38.
20. Li XL, Zhang Y, Dai T, et al. The effects of preoperative single-dose thoracic paravertebral block on acute and chronic pain after thoracotomy: a randomized, controlled, double-blind trial[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(24): e11181.
21. 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.
22. Horlocker TT, Vandermeulen E, Kopp SL, et al. Regional anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (Fourth Edition)[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2018, 43(3): 263-309.
23. Macias A, Monedero P, Adame M, et al. A randomized, double-blinded comparison of thoracic epidural ropivacaine, ropivacaine/fentanyl, or bupivacaine/fentanyl for postthoracotomy analgesia[J]. *Anesth Analg*, 2002, 95(5): 1344-1350.
24. Biswas S, Verma R, Bhatia VK, et al. Comparison between thoracic epidural block and thoracic paravertebral block for post thoracotomy pain relief[J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(9): UC08-UC12.
25. Tamura T, Mori S, Mori A, et al. A randomized controlled trial comparing paravertebral block via the surgical field with thoracic epidural block using ropivacaine for post-thoracotomy pain relief[J]. *J Anesth*, 2017, 31(2): 263-270.
26. Bachmann-Mennenga B, Biscopling J, Kuhn DF, et al. Intercostal nerve block, interpleural analgesia, thoracic epidural block or systemic opioid application for pain relief after thoracotomy? [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1993, 7(1): 12-18.
27. Perttunen K, Nilsson E, Heinonen J, et al. Extradural, paravertebral and intercostal nerve blocks for post-thoracotomy pain[J]. *Br J Anaesth*, 1995, 75(5): 541-547.
28. Wurnig PN, Lackner H, Teiner C, et al. Is intercostal block for pain management in thoracic surgery more successful than epidural anaesthesia? [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2002, 21(6): 1115-1119.
29. Bousema JE, Dias EM, Hagen SM, et al. Subpleural multilevel intercostal continuous analgesia after thoracoscopic pulmonary resection: a pilot study[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2019, 14(1): 179.
30. Ahmed Z, Samad K, Ullah H. Role of intercostal nerve block in reducing postoperative pain following video-assisted thoracoscopy: a randomized controlled trial[J]. *Saudi J Anaesth*, 2017, 11(1): 54-57.
31. Chin KJ. Thoracic wall blocks: from paravertebral to retrolaminar to serratus to erector spinae and back again - a review of evidence[J]. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2019, 33(1): 67-77.
32. Semyonov M, Fedorina E, Grinshpun J, et al. Ultrasound-guided serratus anterior plane block for analgesia after thoracic surgery[J]. *J Pain Res*, 2019, 12: 953-960.
33. Khalil AE, Abdallah NM, Bashandy GM, et al. Ultrasound-guided serratus anterior plane block versus thoracic epidural analgesia for thoracotomy pain[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31(1): 152-158.

34. 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.
35. 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.
36. Yang HM, Choi YJ, Kwon HJ, et al. Comparison of injectate spread and nerve involvement between retrolaminar and erector spinae plane blocks in the thoracic region: a cadaveric study[J]. *Anaesthesia*, 2018, 73(10): 1244-1250.
37. 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.
38. Schwartzmann A, Peng P, Maciel MA, et al. Mechanism of the erector spinae plane block: insights from a magnetic resonance imaging study[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(10): 1165-1166.
39. Forero M, Rajarathinam M, Adhikary S, et al. Continuous erector spinae plane block for rescue analgesia in thoracotomy after epidural failure: a case report[J]. *A A Case Rep*, 2017, 8(10): 254-256.
40. Ciftci B, Ekinci M, Celik EC, et al. Efficacy of an ultrasound-guided erector spinae plane block for postoperative analgesia management after video-assisted thoracic surgery: a prospective randomized study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 34(2): 444-449.
41. Chin KJ, Malhas L, Perlas A. The erector spinae plane block provides visceral abdominal analgesia in bariatric surgery: a report of 3 cases[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2017, 42(3): 372-376.
42. Riegler FX, VadeBoncouer TR, Pelligrino DA. Interpleural anesthetics in the dog: differential somatic neural blockade[J]. *Anesthesiology*, 1989, 71(5): 744-750.
43. Silomon M, Claus T, Huwer H, et al. Interpleural analgesia does not influence postthoracotomy pain[J]. *Anesth Analg*, 2000, 91(1): 44-50.
44. Ferrante FM, Chan VW, Arthur GR, et al. Interpleural analgesia after thoracotomy[J]. *Anesth Analg*, 1991, 72(1): 105-109.
45. Rawal N. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine 2010 Gaston Labat Lecture: perineural catheter analgesia as a routine method after ambulatory surgery--effective but unrealistic[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2012, 37(1): 72-78.
46. Rawal N. Current issues in postoperative pain management[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2016, 33(3): 160-171.
47. Fiorelli A, Izzo AC, Frongillo EM, et al. Efficacy of wound analgesia for controlling post-thoracotomy pain: a randomized double-blind study[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2016, 49(1): 339-347.
48. Meylan N, Elia N, Lysakowski C, et al. Benefit and risk of intrathecal morphine without local anaesthetic in patients undergoing major surgery: meta-analysis of randomized trials[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 102(2): 156-167.
49. Pitre L, Garbee D, Tipton J, et al. Effects of preoperative intrathecal morphine on postoperative intravenous morphine dosage: a systematic review protocol[J]. *JBIC Database System Rev Implement Rep*, 2018, 16(4): 867-870.
50. Joshi GP, Bonnet F, Shah R, et al. A systematic review of randomized trials evaluating regional techniques for postthoracotomy analgesia[J]. *Anesth Analg*, 2008, 107(3): 1026-1040.
51. Ong CK, Seymour RA, Lirk P, et al. Combining paracetamol (acetaminophen) with nonsteroidal anti-inflammatory drugs: a qualitative systematic review of analgesic efficacy for acute postoperative pain[J]. *Anesth Analg*, 2010, 110(4): 1170-1179.
52. Maund E, McDaid C, Rice S, et al. Paracetamol and selective and non-selective non-steroidal anti-inflammatory drugs for the reduction in morphine-related side-effects after major surgery: a systematic review[J]. *Br J Anaesth*, 2011, 106(3): 292-297.
53. Bousofara M, Mtaallah MH, Bracco D, et al. Co-analgesic effect of ketorolac after thoracic surgery[J]. *Tunis Med*, 2006, 84(7): 427-431.
54. Pavy T, Medley C, Murphy DF. Effect of indomethacin on pain relief after thoracotomy[J]. *Br J Anaesth*, 1990, 65(5): 624-627.
55. Perttunen K, Tasmuth T, Kalso E. Chronic pain after thoracic surgery: a follow-up study[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1999, 43(5): 563-567.
56. Lickiss JN. Approaching cancer pain relief[J]. *Eur J Pain*, 2001, 5 Suppl A: 5-14.
57. Williams H. Assessing, diagnosing and managing neuropathic pain[J]. *Nurs Times*, 2006, 102(16): 22-24.
58. Zhou Y, Huang JX, Lu XH, et al. Patient-controlled intravenous analgesia for non-small cell lung cancer patient after thoracotomy[J]. *J Cancer Res Ther*, 2015, 11 Suppl 1: C128-130.
59. Laskowski K, Stirling A, McKay WP, et al. A systematic review of intravenous ketamine for postoperative analgesia[J]. *Can J Anaesth*, 2011, 58(10): 911-923.
60. Mao J, Price DD, Mayer DJ. Mechanisms of hyperalgesia and morphine tolerance: a current view of their possible interactions[J]. *Pain*, 1995, 62(3): 259-274.
61. Price DD, Mayer DJ, Mao J, et al. NMDA-receptor antagonists and opioid receptor interactions as related to analgesia and tolerance[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2000, 19(1 Suppl): S7-11.
62. Dualé C, Sibaud F, Guastella V, et al. Perioperative ketamine does not prevent chronic pain after thoracotomy[J]. *Eur J Pain*, 2009, 13(5): 497-505.
63. Yu Y, Liu N, Zeng Q, et al. The efficacy of pregabalin for the management of acute and chronic postoperative pain in thoracotomy: a meta-analysis with trial sequential analysis of randomized-controlled trials[J]. *J Pain Res*, 2018, 12: 159-170.
64. Arain SR, Ruehlow RM, Uhrich TD, et al. The efficacy of dexmedetomidine versus morphine for postoperative analgesia after

- major inpatient surgery[J]. *Anesth Analg*, 2004, 98(1): 153-158.
65. Karamaz A, Kaya S, Karaman H, et al. Intraoperative intravenous ketamine in combination with epidural analgesia: postoperative analgesia after renal surgery[J]. *Anesth Analg*, 2003, 97(4): 1092-1096.
66. Hollingshead J, Dühmke RM, Cornblath DR. Tramadol for neuropathic pain[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2006(3): CD003726.
67. 董静宇, 石翊飒. 多模式镇痛应用进展及发展趋势[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2014, 35(2): 178-183.
DONG Jingyu, SHI Yisa. Multimodal analgesia application progress and development trend[J]. *International Journal of Anesthesiology and Resuscitation*, 2014, 35(2): 178-183.
68. Ling XM, Fang F, Zhang XG, et al. Effect of parecoxib combined with thoracic epidural analgesia on pain after thoracotomy[J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(5): 880-887.
69. Ökmen K, Ökmen BM. The efficacy of serratus anterior plane block in analgesia for thoracotomy: a retrospective study[J]. *J Anesth*, 2017, 31(4): 579-585.
70. 钟东海, 蒋建平, 范文锋, 等. 多模式镇痛在胸科手术后镇痛应用的临床观察[J]. *中国医药科学*, 2014, 4(12): 115-117, 133.
ZHONG Donghai, JIANG Jianping, FAN Wenfeng, et al. A clinical observation of multimodal analgesia in the application of analgesia after thoracic surgery[J]. *China Medicine and Pharmacy*, 2014, 4(12): 115-117, 133.
71. 武林鑫, 孙海涛, 董彦鹏, 等. 吗啡联合地佐辛用于胸科术后镇痛的临床效果[J]. *临床麻醉学杂志*, 2014, 30(10): 981-983.
WU Linxin, SUN Haitao, DONG Yanpeng, et al. Effect of morphine combined with dezocine on postoperation analgesia after thoracotomy[J]. *Journal of Clinical Anesthesiology*, 2014, 30(10): 981-983.
72. Carpenter RL. Optimizing postoperative pain management[J]. *Am Fam Physician*, 1997, 56(3): 835-844, 847-850.

本文引用: 杨佳薇, 李文志. 胸科术后镇痛的研究进展[J]. *临床与病理杂志*, 2022, 42(2): 498-505. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.02.036

Cite this article as: YANG Jiawei, LI Wenzhi. Research progress of postoperative analgesia in thoracic surgery[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2022, 42(2): 498-505. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.02.036