

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.06.036

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2021.06.036>

超声下区域麻醉技术用于腰椎术后镇痛的研究进展

陈佳馨 综述 丁文刚 审校

(哈尔滨医科大学附属第二医院麻醉科, 哈尔滨 150081)

[摘要] 腰椎手术对骨和肌肉的创伤较大, 术后疼痛程度较重, 属中等以上的疼痛强度。术后疼痛不仅给患者造成不愉快的体验, 而且患者因疼痛不能进行有效功能锻炼, 延缓患者的康复。剧烈疼痛还会增加各种术后并发症的发生率, 特别是对于老年患者, 更加容易诱发心脑血管意外事件。由于担心感染和神经损伤等原因, 腰椎手术很少使用椎管内给药作为术后镇痛方案。此类手术的术后镇痛通常是以阿片类为主的全身用药, 这增加了术后恶心、呕吐以及呼吸抑制等并发症的发生率。近年来超声引导下区域麻醉技术不断完善和普及, 一些区域麻醉方法已经被证实作为腰椎手术后多模式镇痛的重要组成部分, 在减轻术后疼痛的同时, 还可以提升患者的满意度, 加快术后康复速度。

[关键词] 超声引导; 腰椎手术; 区域麻醉; 术后镇痛

Research advances in the ultrasound-guided regional anesthesia for analgesia after lumbar spine surgery

CHEN Jiaxin, DING Wengang

(Department of Anesthesiology, Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150081, China)

Abstract Lumbar spine surgery can cause great trauma to bones and muscles, and high degree of postoperative pain, which belongs to moderate pain intensity. Postoperative pain not only causes unpleasant experience to patients, but also prevents patients from performing effective functional exercise due to pain, thus delaying the recovery of patients. Severe pain also increases the incidence of various postoperative complications. Especially for elderly patients, it is more likely to induce cardiovascular and cerebrovascular accidents. Spinal analgesia is rarely used in lumbar surgery for postoperative analgesia due to concerns about infection and nerve damage. Postoperative analgesia for such an operations is usually systemic, opioid based, which increases postoperative complications such as nausea, vomiting, and respiratory depression. In recent years, ultrasound-guided regional anesthesia has been continuously improved and popularized. Some regional anesthesia methods have been proven to be an important part of multimodal analgesia after the lumbar spine surgery, which can not only reduce postoperative pain, but also improve patient satisfaction and speed up postoperative rehabilitation.

Keywords ultrasound guided; lumbar spine surgery; regional anesthesia; postoperative analgesia

收稿日期 (Date of reception): 2020-05-15

通信作者 (Corresponding author): 丁文刚, Email: dingwg999@163.com

腰椎手术需要将椎旁肌的附着点切断, 这对脊柱后路肌肉韧带复合体造成了严重的损伤, 患者会因此出现剧烈的疼痛, 术后手术部位持续性疼痛会对患者的心理和身体健康造成打击^[1]。术后疼痛会导致患者不能及时进行有效的康复锻炼, 各种相关并发症发生率上升, 影响患者康复。围手术期镇痛的目的不仅是缓解手术造成的疼痛及带来的不良反应, 更重要的是防止外周及中枢敏感化, 使患者获得良好的转归, 这也是此类患者加速康复的重要环节。

1 腰椎手术疼痛的发生机制

1.1 炎性介质的释放与疼痛

腰椎手术后疼痛的主要原因是切口周围疼痛和神经根性疼痛。在对179例外科手术的回顾性分析显示, 腰椎融合和脊柱重建手术的术后第1天疼痛评分在所调查的手术类型中排名前三^[2]。在手术过程中, 刺激性信号通过诱导局部及周围血管中疼痛介质水平升高, 进而通过传入神经元输入, 疼痛信号转导至中枢神经系统的后角神经元。组织损伤可以引起局部的炎症反应, 并促进化学介质的释放, 如P物质、组胺、缓激肽和前列腺素等, 引起外周敏感化; 另外, 损伤性刺激通过中枢神经系统的放大引起中枢敏感化, 长时间外周和中枢敏感化会使疼痛的阈值下降, 使疼痛程度加重^[3]。

1.2 椎旁肌的损伤导致疼痛

后路腰椎融合术是当前腰椎手术的经典术式之一, 术中需要置入椎弓根钉; 取出增生肥厚的黄韧带、退变的关节突、脱出的椎间盘; 充分减压椎管, 该术式对腰骶部附着面积最大的椎旁肌-多裂肌的损伤最为严重, 主要因素包括术中的剥离、牵拉和神经损伤等^[4], 因此会引发术后腰背部的疼痛。

1.3 术后并发症加重疼痛

术后并发症如出现脑脊液漏; 在手术过程中损伤血管, 造成术中大量出血, 止血效果不良会导致术后伤口出血量较多加上术后引流不畅, 导致伤口内血肿形成、压迫神经等, 以上并发症均会加重腰椎手术后的疼痛^[1,5]。

2 腰椎手术后疼痛对机体影响

若术后疼痛得不到良好控制, 疼痛刺激交感

神经系统会引起机体耗氧量增加, 这对于已经存在的一些缺血性脏器是非常不利的。术后疼痛对循环系统的影响包括疼痛刺激会使机体的血管收缩, 造成外周血供不足, 还会使冠心病患者术后心肌缺血及心肌梗死的风险增加。术后疼痛对呼吸系统的影响包括疼痛使患者出现的浅快呼吸会影响肺通气, 疼痛还会限制患者咳嗽、咳痰, 增加肺部感染的风险, 同时也会影响肠胃功能的恢复, 增加尿潴留的风险^[6]。术后疼痛还会引发机体高凝状态, 增加术后发生肺栓塞的风险^[7-8]。此外, 术后疼痛加重了患者焦虑、恐惧、沮丧、不满及无助的情绪, 进而产生睡眠障碍, 影响术后恢复^[9]。综上, 术后疼痛对于患者影响较大, 完善疼痛管理对腰椎手术患者的预后十分重要。

3 腰椎手术后的镇痛方法

3.1 超声引导下区域麻醉技术用于腰椎手术后镇痛

脊椎手术后疼痛多与脊神经后支有关, 脊神经后支阻滞是诊断和治疗神经性腰背痛的重要手段之一^[10]。传统的脊神经后支阻滞多采用穿刺针在横突上触及异感的方式对其阻滞, 这种盲探技术阻滞成功率低, 且容易发生穿刺并发症, X线技术增加了穿刺的准确性, 但是操作复杂且具有放射性, 限制了其在临床上的应用^[11-12]。超声可以提高穿刺针和神经识别的准确性, 多项研究^[13-14]证实超声引导的椎旁阻滞、竖脊肌平面阻滞、椎板平面阻滞以及胸腰筋膜平面阻滞均可以有效地阻滞脊神经的后支, 因此适用于脊柱等背部手术的镇痛。

3.1.1 竖脊肌平面阻滞

竖脊肌平面阻滞(erector spinae plane block, ESPB)是把局麻药注射到竖脊肌的深部或浅层以阻滞脊神经后支、前支甚至交感神经的神经阻滞技术。该技术最早由Forero等^[15]提出: 最初仅被应用于胸部手术麻醉和镇痛, 随着研究深入, 它还可适用于腹部、髋部以及脊柱外科手术的镇痛和麻醉。目前其机制尚不清楚, 很多学者^[16-17]认为是局麻药通过横突旁的间隙扩散至椎旁间隙、硬膜外甚至肋间隙而发挥镇痛和麻醉作用。与既往使用超声引导下躯干神经阻滞技术相比, ESPB操作耗时少, 相关并发症少。有研究^[18]发现ESPB为腰椎手术患者术后24 h内提供了良好的镇痛, 在超声引导下解剖结构易于辨认, 因此操作更安全。Melvin等^[19]在2018年的一组病例报道中发现: 使用低胸段的ESPB用于腰骶部手术, 围手术期阿片类药物

消耗减少。有临床研究^[20]使用连续的ESPB技术来满足腰椎手术的整个围手术期镇痛需求, 结果显示: ESPB技术镇痛效果佳, 患者恢复快; 麻醉医生选择在胸8节段进行双侧ESPB和置管, 这种方法在不影响手术操作的同时实现长时间的镇痛, 增加患者的满意度。随着ESPB的研究深入, 其存在的问题也逐渐被发现。近期有研究^[21]报道了关于后路腰椎手术后镇痛ESPB是否为最好的选择, 作者团队认为胸腰筋膜平面阻滞比ESPB更适合, 原因: 1) 在后路腰椎手术中, 竖脊肌平面所在区域属于手术区域的一部分, 因此竖脊肌平面内的局麻药很可能在术中被冲洗掉, 而胸腰筋膜平面阻滞是在椎旁肌之间的筋膜注药, 避免了手术冲洗时把局麻药液冲走, 使镇痛时间延长; 2) 根据手术特点, 疼痛主要受脊神经背支的影响, 竖脊肌作用于脊神经的背侧支和腹侧支, 而胸腰筋膜平面阻滞作用于背支, 相比之下更具有针对性; 3) 接受ESPB的患者, 在术后会出现下肢无力的情况。综上认为后路腰椎手术的镇痛方案胸腰筋膜平面阻滞比ESPB更有优势。随后有学者^[22]对该文章做出评论, 认为2种阻滞技术目前机制尚不清晰, 在使用可靠的科学方法进行正式临床调查研究前, 无法确定哪一种阻滞方法更适用于后路腰椎手术, ESPB中局麻药会在术中操作时被冲洗掉的结论缺少临床研究依据; 此外, 关于“接受ESPB的患者术后会出现下肢无力的表现”这一结论, 他们认为是局麻药扩散进入腰丛, 所以下肢无力的情况无论是在ESPB, 还是胸腰筋膜平面阻滞中都可能发生。因此就目前的研究报道还无法得出结论。虽然ESPB的应用越来越广泛, 但是发现其存在一定的局限性, 目前的临床报道大多数将其作为一种围手术期辅助的镇痛方案或者慢性疼痛的治疗。

3.1.2 椎板平面阻滞

2013年, Zeballosn等^[23]首次报道了超声引导椎板阻滞技术, 该团队通过将药注射到椎板的浅层, 以阻滞相邻若干节段脊神经的前支、后支和交感支神经。目前椎板平面阻滞的机制尚不明确, 尸体解剖研究^[24]显示: 向椎板浅层注射染料, 可以扩散至临近若干个椎间隙、硬膜外、椎间孔、肋间隙, 甚至对侧椎板浅层, 表明椎板平面阻滞是由于药物扩散至神经根所致。椎板平面阻滞的效果与局麻药的容量呈正相关, 大容量的局麻药可能是实现与椎旁阻滞镇痛效果一致的关键。此外还有研究^[25]表明: 椎板平面阻滞和ESPB均与注射后药液向背部肌肉和筋膜扩散相关, 染

剂的扩散途径主要是通过肋横突韧带到达目标间隙, 从而发挥作用, 提示ESPB在胸部神经阻滞方面比椎板平面阻滞有优势。目前椎板平面阻滞主要应用于胸部和脊柱手术的麻醉和镇痛, 如腰椎骨折、乳腺手术和肋骨手术等。有研究^[26]显示: ESPB作用的区域更加偏向水平向外侧, 而椎板平面阻滞更多集中于后背侧区域, 因此在胸背部和脊椎手术中椎板平面阻滞的镇痛效果可能更好。以上结论都是基于解剖学的研究, 还需要进行临床试验来证实这些结果。

3.1.3 胸腰筋膜平面阻滞

2015年Hand等首次报道了超声引导胸腰筋膜平面(thoracolumbar interfascial plane, TLIP)阻滞技术, 多项研究^[27-29]证实该技术适用于脊柱等背部手术的麻醉和镇痛。尸体解剖研究^[30-31]提示: 内侧和外侧胸腰筋膜平面阻滞药物可能是通过肌间隙进入横突上, 阻滞了脊神经后支而产生的麻醉和镇痛作用。该技术于脊柱两侧多裂肌和最长肌之间筋膜内注入镇痛药物, 同时阻滞的筋膜间无重要的神经、血管和脏器分布, 且超声图像易于识别, 因此镇痛效果确切, 并发症发生率低, 可以加快患者的康复。研究^[32]证实: 首次行后路腰椎手术的患者使用全身麻醉联合TLIP阻滞相比单纯全身麻醉的镇痛效果好。但是TLIP阻滞是一种新的阻滞技术, 且目前的研究对象一般为成年人群, 而临床往往需要手术治疗的严重腰椎退行性病的患者更多为年龄>65岁的老年人, 因此其安全性与有效性缺少大样本和多中心的临床研究来证实。同时该技术由于位置靠近术区, 有感染等并发症的风险, 且不适用于2次腰椎手术的患者, 因为受首次手术的影响, 2次手术时超声定位筋膜间隙困难, 会影响超声下的定位和操作。

3.2 患者自控镇痛用于腰椎手术后镇痛

患者自控镇痛(patient controlled analgesia, PCA)是一种经医护人员根据患者疼痛程度和身体情况, 预先设置镇痛药物的剂量, 再交由患者“自我管理”的一种疼痛管理方法。目前腰椎手术后常用的镇痛方案主要包括患者自控静脉镇痛(patient-controlled intravenous analgesia, PCIA)和患者自控硬膜外镇痛(patient-controlled epidural analgesia, PCEA)。

在脊柱手术中, 患者术后使用PCIA进行术后镇痛, 虽然镇痛效果良好, 但是观察结果^[33]显示: 在参加实验的患者中, 有40%会出现相关并发症, 其中最常见的并发症是恶心、呕吐, 占所

有并发症的60%，其他并发症还包括呼吸困难、皮肤瘙痒等。即便PCIA方案并发症的发生率高，但是其镇痛效果尚可，患者的依从性很高，仍是目前腰椎术后多模式镇痛方案的重要组成部分。针对PCIA的劣势，有文章^[34]指出：对于老年患者，静脉镇痛的不良反应如嗜睡和呼吸困难发生率较高，不利于患者康复；并且与PCEA组相比，镇痛效果较差。PCEA方法因为受到手术的部位和疾病的性质的限制，很少在腰椎手术中使用。PCEA存在的问题有很多：首先，腰椎手术后在硬膜外腔置入导管会发生一些并发症，比如局部炎症反应、感染、导管移位和导管脱落等；其次，可能会影响术后早期神经功能监测，延缓患者下床活动的时间。为减少椎管内置入导管对腰椎手术患者术后康复的影响，有研究^[35]采用单次硬膜外镇痛作为改良镇痛方案，在术后24 h内可以取得良好的镇痛效果。但是研究只比较了单独使用全身麻醉组和全身麻醉联合单次硬膜外镇痛组的镇痛效果，未与其他镇痛方法进行比较，因此无法证实该方法是腰椎术后镇痛的优选方案^[36]。PCA可以应用于腰椎术后镇痛，但是无论是PCIA还是PCEA，并发症的发生率都很高，不利于患者的预后，而超声下区域麻醉技术，虽然存在操作相关并发症，但是超声引导的可视化操作使其具有一定的优越性。

3.3 切口局部浸润镇痛用于腰椎手术后镇痛

切口局部浸润镇痛是一种传统的镇痛方案。该方法将局麻药注到切口旁，目的是阻断切口周围神经末梢的疼痛信号转导，以达到镇痛的目的。这种方法简单安全，但是仅使用切口局部浸润镇痛作为术后镇痛方案，无法满足患者的镇痛需求。随后有研究^[37]将右美托咪啶与局麻药液混合进行切口局部浸润镇痛，镇痛效果和时效均优于单独使用局麻药组；但是其缺点是没有与其他镇痛方案比较。与超声引导下区域镇痛方法相比，切口局部浸润镇痛有一定的局限性。

3.4 多模式镇痛方案用于腰椎手术后镇痛

多模式镇痛方案(multimodal analgesia, MMA)是指联合应用不同机制的药物如局部麻醉药、非甾体类抗炎药和阿片类药物等，并采用多种麻醉方法如局部浸润、区域阻滞、椎管内麻醉或患者自控镇痛等贯穿围手术期始终，以提高镇痛效果和舒适度。其优点在于镇痛效果增强，单一药物用量减少，不良反应降低^[38]。MMA还有助于患者早期下

床活动，降低相关并发症的发生率，加速患者康复^[39]。预防性多模式镇痛的观念近来也被应用于腰椎手术中，其通过干扰外周和中枢敏感化来解决慢性疼痛。已经有实验^[40]证实这种方案可以减少腰椎手术镇痛药物的用量，降低疼痛评分，是一种高效且安全的疼痛管理方案。

4 结语

在腰椎手术中，采用超声下区域麻醉技术联合镇痛药物的多模式镇痛方案具有良好的镇痛效果，在加速患者康复的同时，还可以降低术后并发症的发生率，进而缩短了患者的住院时间，最大限度地提高了患者围手术期的舒适度。但是对于影响患者预后的并发症(如术后谵妄和认知功能障碍等神经系统并发症)，这种镇痛方案是否可以降低，还有待于进一步的挖掘。随着舒适化医疗的发展，在腰椎手术中采用以超声下区域麻醉技术为主的多模式镇痛方案或许会成为今后此类手术麻醉的发展方向，最终目的是使接受腰椎手术的患者获得良好的预后和转归。

参考文献

1. 武建全. 多模式镇痛在后路腰椎椎间融合术后镇痛疗效研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2018.
WU Jianquan. The analgesic effect of multimode analgesia after posterior lumbar interbody fusion[D]. Urumchi: Xinjiang Medical University, 2018.
2. Gerbershagen HJ, Aduckathil S, van Wijck AJ, et al. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures[J]. *Anesthesiology*, 2013, 118(4): 934-944.
3. Latremoliere A, Woolf CJ. Central sensitization: a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity[J]. *J Pain*, 2009, 10(9): 895-926.
4. 徐云峰, 田伟. 腰骶段多裂肌解剖及传统腰椎后路手术对其损伤的研究进展[J]. *山东医药*, 2014, 54(44): 15-17.
XU Yunfeng, TIAN Wei. Research progress on anatomy of lumbosacral multifidus muscle and its injury by traditional posterior lumbar spine surgery[J]. *Shandong Medical Journal*, 2014, 54(44): 15-17.
5. 王志强, 林剑浩. 影响骨科术后疼痛的相关因素: 北京40所医院调查[J]. *山西医科大学学报*, 2012, 43(10): 798-802.
WANG Zhiqiang, LIN Jianhao. Related factors for pain after orthopaedic surgery: a multicenter study in Beijing[J]. *Journal of Shanxi Medical University*, 2012, 43(10): 798-802.
6. Aiyer SN, Kumar A, Shetty AP, et al. Factors influencing postoperative

- urinary retention following elective posterior lumbar spine surgery: a prospective study[J]. *Asian Spine J*, 2018, 12(6): 1100-1105.
7. Gandhi K, Heitz JW, Viscusi ER. Challenges in acute pain management[J]. *Anesthesiol Clin*, 2011, 29(2): 291-309.
 8. American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain M. Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management[J]. *Anesthesiology*, 2012, 116(2): 248-273.
 9. Clarke H, Woodhouse LJ, Kennedy D, et al. Strategies aimed at preventing chronic post-surgical pain: comprehensive perioperative pain management after total joint replacement surgery[J]. *Physiother Can*, 2011, 63(3): 289-304.
 10. Kozera K, Ciszek B, Szaro P. Posterior branches of lumbar spinal nerves - part iii: spinal dorsal ramus mediated back pain - pathomechanism, symptomatology and diagnostic work-up[J]. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2017, 19(4): 315-321.
 11. Bogduk N. International Spinal Injection Society guidelines for the performance of spinal injection procedures. Part 1: Zygapophysial joint blocks[J]. *Clin J Pain*, 1997, 13(4): 285-302.
 12. 云雄, 黄智, 邹重文, 等. 经皮脊神经后支阻滞治疗腰腿痛的临床应用[J]. *颈腰痛杂志*, 2007, 28(3): 226-227.
YUN Xiong, HUANG Zhi, ZOU Chongwen, et al. Clinical application of percutaneous spinal nerve posterior branch block in the treatment of low back pain[J]. *The Journal Cervicodynia and Lumbodynia*, 2007, 28(3): 226-227.
 13. Murouchi T, Yamakage M. Retrolaminar block: analgesic efficacy and safety evaluation[J]. *J Anesth*, 2016, 30(6): 1003-1007.
 14. El-Boghdady K, Pawa A. The erector spinae plane block: plane and simple[J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(4): 434-438.
 15. 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.
 16. Hamilton DL, Manickam B. Erector spinae plane block for pain relief in rib fractures[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118(3): 474-475.
 17. Tulgar S, Senturk O. Ultrasound guided erector spinae plane block at L-4 transverse process level provides effective postoperative analgesia for total hip arthroplasty[J]. *J Clin Anesth*, 2018, 44: 68.
 18. Ueshima H, Inagaki M, Toyone T, et al. Efficacy of the erector spinae plane block for lumbar spinal surgery: a retrospective study[J]. *Asian Spine J*, 2019, 13(2): 254-257.
 19. Melvin JP, Schrot RJ, Chu GM, et al. Low thoracic erector spinae plane block for perioperative analgesia in lumbosacral spine surgery: a case series[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(9): 1057-1065.
 20. Almeida CR, Oliveira AR, Cunha P. Continuous bilateral erector of spine plane block at T8 for extensive lumbar spine fusion surgery: case report[J]. *Pain Pract*, 2019, 19(5): 536-540.
 21. Tseng V, Xu JL. Erector spinae plane block for postoperative analgesia in lumbar spine surgery: is there a better option?[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2021, 33(1): 92.
 22. Hamilton DL. Does thoracolumbar interfascial plane block provide more focused analgesia than erector spinae plane block in lumbar spine surgery?[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2021, 33(1): 92-93.
 23. Voscopoulos C, Palaniappan D, Zeballos J, et al. The ultrasound-guided retrolaminar block[J]. *Can J Anaesth*, 2013, 60(9): 888-895.
 24. Damjanovska M, Stopar Pintaric T, Cvetko E, et al. The ultrasound-guided retrolaminar block: volume-dependent injectate distribution[J]. *J Pain Res*, 2018, 11: 293-299.
 25. 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.
 26. 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.
 27. Hand WR, Taylor JM, Harvey NR, et al. Thoracolumbar interfascial plane (TLIP) block: a pilot study in volunteers[J]. *Can J Anaesth*, 2015, 62(11): 1196-1200.
 28. Li C, Jia J, Qin Z, et al. The use of ultrasound-guided modified thoracolumbar interfascial plane (TLIP) block for multi-level lumbar spinal surgery[J]. *J Clin Anesth*, 2018, 46: 49-51.
 29. Ueshima H, Ozawa T, Toyone T, et al. Efficacy of the thoracolumbar interfascial plane block for lumbar laminoplasty: a retrospective study[J]. *Asian Spine J*, 2017, 11(5): 722-725.
 30. Ueshima H, Otake H. Ultrasound-guided "lateral" thoracolumbar interfascial plane (TLIP) block: a cadaveric study of the spread of injectate[J]. *J Clin Anesth*, 2017, 40: 54.
 31. Ueshima H, Oku K, Otake H. Ultrasound-guided thoracolumbar interfascial plane block: a cadaveric study of the spread of injectate[J]. *J Clin Anesth*, 2016, 34: 259-260.
 32. Ueshima H, Hara E, Otake H. Thoracolumbar interfascial plane block provides effective perioperative pain relief for patients undergoing lumbar spinal surgery; a prospective, randomized and double blinded trial[J]. *J Clin Anesth*, 2019, 58: 12-17.
 33. Gepstein R, Arinzon Z, Folman Y, et al. Efficacy and complications of patient-controlled analgesia treatment after spinal surgery[J]. *Surg Neurol*, 2007, 67(4): 360-366; discussion 366.
 34. Cata JP, Noguera EM, Parke E, et al. Patient-controlled epidural analgesia (PCEA) for postoperative pain control after lumbar spine surgery[J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2008, 20(4): 256-260.
 35. Kang H, Jung HJ, Lee JS, et al. Early postoperative analgesic effects of a single epidural injection of ropivacaine administered preoperatively

- in posterior lumbar interbody spinal arthrodesis: a pilot randomized controlled trial[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(5): 393-399.
36. Thepsoparn M, Sereeyotin J, Pannangpetch P. Effects of combined lower thoracic epidural/general anesthesia on pain control in patients undergoing elective lumbar spine surgery: a randomized controlled trial[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(20): 1381-1385.
37. Li J, Yang JS, Dong BH, et al. The effect of dexmedetomidine added to preemptive ropivacaine infiltration on postoperative pain after lumbar fusion surgery: a randomized controlled trial[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(19): 1333-1338.
38. Dunkman WJ, Manning MW. Enhanced recovery after surgery and multimodal strategies for analgesia[J]. *Surg Clin North Am*, 2018, 98(6): 1171-1184.
39. Gelman D, Gelmanas A, Urbanaitė D, et al. Role of multimodal analgesia in the evolving enhanced recovery after surgery pathways[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2018, 54(2): 20.
40. Rajpal S, Hobbs SL, Nelson EL, et al. The impact of preventative multimodal analgesia on postoperative opioid requirement and pain control in patients undergoing lumbar fusions[J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(3): E135-E140.

本文引用: 陈佳馨, 丁文刚. 超声下区域麻醉技术用于腰椎术后镇痛的研究进展[J]. *临床与病理杂志*, 2021, 41(6): 1463-1468. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.06.036

Cite this article as: CHEN Jiixin, DING Wengang. Research advances in the ultrasound-guided regional anesthesia for analgesia after lumbar spine surgery[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2021, 41(6): 1463-1468. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.06.036