

· 综述 ·

超声引导下神经阻滞在肩关节镜手术中的应用进展

任惠龙 吴安石 利雪阳

【摘要】 肩关节镜手术常伴有严重的术后肿胀疼痛。超声引导下神经阻滞技术能够提供安全有效的镇痛,同时可以辅助术中控制性降压,并且在促进患者早期功能锻炼、实现加速康复外科(ERAS)方面具有重大意义,目前在肩关节镜手术中表现出极大的优势及应用前景。近年来,不同入路的阻滞方法相继报道,为临床应用提供了更多的选择。全文主要描述了肩关节的神经支配、超声引导下不同神经阻滞的操作方法,以期对肩关节镜手术临床麻醉方式的选择提供参考。

【关键词】 神经阻滞;超声引导;肩关节镜手术

Advances in ultrasound-guided nerve block for arthroscopic shoulder surgery REN Huilong, WU Anshi, LI Xueyang. Department of Anesthesiology, Dongzhimen Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China

Corresponding author: LI Xueyang, Email: cyylxueyang@163.com

【Abstract】 Arthroscopic shoulder surgery is often accompanied by severe postoperative swelling and pain. Ultrasound-guided nerve block technology can provide safe and effective analgesia and assist in intraoperative controlled hypotension, and is of great significance in promoting early functional exercise and realizing enhanced recovery after surgery (ERAS). At present, it shows great advantages and application prospect in arthroscopic shoulder surgery. In recent years, the blocking methods of different approaches have been reported, providing more options for clinical application. This paper mainly describes the innervation of shoulder joint and the operation methods of different nerve blocks under the guidance of ultrasound, in order to provide reference for the selection of clinical anesthesia methods of shoulder arthroscopy.

【Key words】 Nerve block; Ultrasound-guided; Arthroscopic shoulder surgery

肩关节镜手术是目前治疗肩袖损伤最有效的技术。手术过程中需要保持特殊的沙滩椅位,清醒患者难以长时间耐受这种体位,因此肩关节镜手术以气管插管全身麻醉为主。为减少术中出血并保持术野清晰,术中需进行控制性降压,同时,手术需要对关节腔内持续加压冲洗,易导致局部组织水肿,常伴有严重的术后肿胀疼痛^[1]。围术期充分的镇痛不仅可以满足术中控制性降压的需求,而且能够改善患者术后的活动能力,加快早期功能锻炼和康复速度,缩短住院时间。近年来,超声引导下神经阻滞以其安全、可视化、镇痛效果确切等优点,在肩关节镜手术领域取得了许多新的进展。

肩关节的神经支配

支配肩关节的神经均来自于颈丛和臂丛的分支。支配肩部皮肤感觉的神经主要有:分布于肩锁关节顶部的颈丛分支—锁骨上神经(C_3-C_4)和分布于三角肌区及上臂上 1/3 外侧面的腋神经(C_5-C_6)的分支—臂外侧上皮神经(C_5-C_6)^[2]。

支配肩关节周围肌群的神经均来自臂丛神经,主要有支配冈上肌及冈下肌的肩胛上神经(C_4-C_6),支配大圆肌和肩胛下肌的肩胛下神经(C_5-C_6),支配小圆肌和三角肌的腋神经(C_5-C_6)。此外,肩胛上神经(C_4-C_6)还支配肩锁关节及部分盂肱关节的感觉;腋神经(C_5-C_6)支配关节囊下部及盂肱关节的感觉^[2]。

肌间沟臂丛神经阻滞

解剖基础 臂丛发出的分支形成一个由 C_5-C_8 和 T_1 前支组成的神经分支网。在肌间沟处阻滞臂丛神经能够达到同时阻滞肩胛下神经、腋神经、胸外侧神经的效果,阻滞包括肩关节囊、肩峰下囊、喙锁韧带及肩关节表面的皮肤感觉^[3]。

操作方法 具体操作方法是将高频线阵探头置于环状软骨水平(C_5-C_6 神经根),显露前、中斜角肌、肌间沟及肌间沟内的臂丛神经,应用平面内技术穿刺注射^[4]。

临床应用 全身麻醉联合肌间沟臂丛神经阻滞(interscalene brachial plexus block, IBPB)是在肩关节镜手术中应用最广泛的麻醉方式。Yan 等^[5]一项基于 10 项相关课题的 Meta 分析表明,与单纯全身麻醉比较,全身麻醉联合 IBPB 患者在整个肩关节镜手术过程中循环更稳定,术后疼痛评分

DOI: 10.12089/jca.2021.11.020

作者单位:100700 北京中医药大学东直门医院麻醉科(任惠龙);首都医科大学附属北京朝阳医院麻醉科(吴安石、利雪阳)

通信作者:利雪阳,Email: cyylxueyang@163.com

更低,这可能与术前行神经阻滞能够提前阻止外周损伤冲动向中枢传递,抑制外周和中枢敏化,消除伤害性刺激引起的血流动力学改变有关,同时也能减少术中全身麻醉药物用量,缩短拔管时间。Gonano 等^[6]研究表明,与单纯全身麻醉比较,全身麻醉联合 IBPB 可在肩关节镜术中有效地满足控制性降压需求,减少硝酸甘油等血管活性药物用量,显著提升术野质量。Casati 等^[7]研究表明,采用 20 ml 局麻药行 IBPB,0.5%、0.75%、1% 罗哌卡因与 0.5% 布比卡因的镇痛效果相当,提示 0.5% 罗哌卡因 20 ml 行 IBPB 即可满足肩关节镜手术镇痛需求。

局限性 虽然 IBPB 是目前肩关节镜手术镇痛的金标准,但是患肢的长时间运动阻滞会影响术后康复锻炼,而且由于局麻药易扩散至前斜角肌表面膈神经位置,因此发生膈神经阻滞的风险较高^[8]。Bergmann 等^[9]研究表明,对全身麻醉患者应用 0.5% 罗哌卡因 20 ml 行超声引导下 IBPB,会引起 100% 的患者出现膈神经阻滞,肺活量和通气降低,可能造成术后潮气量降低和苏醒拔管延迟,因此限制了该技术在呼吸功能障碍患者中的应用。

肩胛上神经阻滞

解剖基础 肩胛上神经起源于臂丛上干,经颈后三角后外侧走行,经肩胛舌骨肌和斜方肌深面,在肩胛上横韧带下方穿肩胛上切迹,此处伴行的肩胛上动、静脉从肩胛上横韧带上方通过。在冈上窝,肩胛上神经于肩胛骨表面和冈上肌之间走行,并支配肩关节支支配肩锁关节和肩关节囊的后方。肩胛上神经急转绕过肩胛冈,穿过由肩胛下横韧带和肩胛冈组成的骨纤维管,转至冈下窝^[10]。肩胛上神经走行稳定,约 70% 的肩关节感觉神经纤维受肩胛上神经支配,其中冈上肌和冈下肌直接受肩胛上神经支配,其余 30% 受腋神经、肌皮神经和胸外侧神经等感觉神经纤维支配^[11]。

操作方法 由于肩胛上神经在锁骨上窝前方和冈上窝两个位置均成像清晰,所以阻滞入路有两种。(1) 锁骨上窝入路(前路):高频线阵探头平行于锁骨,斜矢状位放置于锁骨上窝,扫查锁骨下动脉和锁骨上臂丛,将探头向后上方滑动,肩胛上神经是一个小的低回声圆形结构,从臂丛上干发出,向后走行,位于肩胛舌骨肌深面。采用平面内技术由后向前进针,穿透肩胛舌骨肌到达神经周围注药^[12]。(2) 冈上窝入路(后路):将高频线阵探头斜冠状放置于肩上,平行于肩胛冈外侧三分之一,可见斜方肌和冈上肌以及深面的冈上窝凹陷,将探头向前倾斜以识别肩胛上切迹,从肩胛上切迹到冈孟切迹的骨面有一个凹陷,其中包括肩胛上神经、肩胛上动脉和静脉,应用平面内技术穿刺给药^[13]。

临床应用 Lim 等^[14]研究表明,与 IBPB 比较,两种入路的肩胛上神经阻滞(suprascapular nerve block, SNB)均具有较少的不良反应(霍纳氏综合症、声音嘶哑等),且可以更好的保留握力。但是,与前路 SNB 或 IBPB 比较,后路 SNB 的镇痛作用略显不足。在肩关节镜手术中,通常需要将后路 SNB 与其他神经阻滞方式联合应用,以获得满意的镇痛效

果。前路 SNB 虽然镇痛效果优于后路 SNB,但其膈肌麻痹的发生率也相对较高。Ferré 等^[15]研究表明,与前路 SNB 比较,后路 SNB 联合腋神经阻滞(axillary nerve block, ANB)膈肌麻痹的发生率更低,对膈肌功能影响更小。

腋神经阻滞

解剖基础 腋神经起源于锁骨下臂丛后束,与旋肱后动脉伴行从后方穿过由小圆肌、大圆肌、肱三头肌长头、肱骨外科颈组成的四边孔。腋神经绕肱骨外科颈,支配肩关节的前方、下方、外侧和后方相关结构。腋神经还支配三角肌、小圆肌和肩部的皮肤,同时支配圆肌、肱三头肌长头、肩关节前方和三角肌上方的感觉^[12]。

操作方法 具体操作方法是高频线阵探头矢状位放置于上臂后方,肩峰和腋窝褶皱之间,超声图像上显示肱骨颈表面。调整探头倾斜角度,直至在小圆肌、三角肌和肱三头肌之间的轴位图像上见到旋肱后动脉,此位置旋肱后动脉位于肱骨表面。采用平面内或平面外技术进针,将药液注射至旋肱后动脉旁的筋膜间隙即可完成 ANB^[16]。

临床应用 在肩关节镜手术中,ANB 是后路 SNB 的重要补充。Lee 等^[17]研究表明,IBPB 镇痛效果波动较大,在术后 8 h 后会出现反弹痛;后路 SNB 联合 ANB 的镇痛效果稳定无波动,可持续至术后 24 h。Pitombo 等^[18]研究表明,术后 6 h 内 IBPB 的镇痛效果优于后路 SNB 联合 ANB,但 6 h 后镇痛效果发生反转,且后路 SNB 联合 ANB 的镇痛时间明显延长。此外,后路 SNB 联合 ANB 避免了臂丛下根(C₇、C₈、T₁)支配的上肢运动和感觉功能被阻滞,膈神经阻滞发生率低,尤其适用于合并肺部疾病的老年患者,如患有慢性阻塞性肺疾病、限制性通气功能障碍、肺叶切除术后等的患者。

局限性 后路 SNB 联合 ANB 也存在一定不足,因为支配肩关节的神经,除了肩胛上神经、腋神经外,还有胸外侧神经和肩胛下神经,而且腋神经主干也发出关节支,四边孔腋神经阻滞并不一定能够成功阻滞提前发出的关节支。所以,与 IBPB 比较,后路 SNB 联合 ANB 的镇痛效果可能在术后即刻略显不足。

喙突旁臂丛阻滞

解剖基础 臂丛神经从神经根发出后,由内上向外下走行,出第一肋后集成神经干和神经束,然后再分散成各个分支。臂丛神经在喙突水平相对比较集中,因此,喙突旁入路的臂丛神经阻滞镇痛作用更加完善。喙突旁臂丛阻滞(paracoracoid brachial plexus block, PBPB)作用于臂丛外侧束和后束,能够阻滞腋神经以及肩胛下神经和胸外侧神经^[19]。

操作方法 操作方法可分为锁骨上入路和锁骨下入路。(1) 锁骨下(常规)入路:标记肩胛骨喙突的位置,将高频线阵探头放置于锁骨下喙突内侧,缓慢调整超声探头的位置和方向,直到图像显示胸大肌、胸小肌、腋动静脉短轴,并分辨

出胸膜和围绕腋动脉分布的臂丛神经束。采用平面内穿刺技术,进针点位于锁骨下和超声探头之间,先注射 1%利多卡因 3 ml 局部浸润,后进针至腋动脉后方,回抽无血无空气后缓慢注射局麻药,在超声图像上观察药物扩散直至包裹腋动脉。若患者自诉有异感,将穿刺针退 1~2 mm,异感消失后再注射局麻药。(2) 锁骨上入路:经锁骨上窝进针,进针点位于超声探头正后方锁骨上窝内,进针点与胸廓前壁的距离不超过超声影像内胸膜的深度,以防止刺破胸膜,其余操作与锁骨下入路相同^[20]。

临床应用 PBPB 联合后路 SNB 是肩关节镜手术中保留膈肌功能的镇痛方法。Aliste 等^[21]研究表明,肩关节镜手术中,应用 0.25% 左旋布比卡因分别行 IBPB (20 ml) 和 PBPB 联合后路 SNB (PBPB 20 ml 联合 SNB 10 ml),与 PBPB 联合后路 SNB 比较,术后 30 min IBPB 组疼痛评分更低;而 30 min 后 PBPB 联合后路 SNB 组镇痛效果与 IBPB 组无明显差异,且无一例患者出现膈肌麻痹。两组镇痛差异可能来源于 PBPB 联合后路 SNB 对胸外侧神经和肩胛下神经的阻滞不全。这两支神经分别起源于臂丛外侧束和后束,并与腋神经共同支配前肩关节囊。PBPB 采用较大容量的局麻药,虽然可以更好的覆盖臂丛外侧束和后束,但应用 30 ml 0.5% 罗哌卡因行 PBPB 时,膈肌麻痹的发生率上升至 13%,因此将局麻药的总量控制在 20~30 ml,不仅能满足镇痛需求,且膈肌麻痹的发生率较低^[22]。

局限性 PBPB 也存在一定的局限性,在超声图像中目标神经位置较深、显像不清晰、紧邻胸膜、穿刺角度大,均使得穿刺难度加大,并且发生局麻药误入血管或气胸的风险增加^[23]。

肋锁间隙臂丛阻滞

解剖基础 肋锁间隙位于锁骨中点的后方深部,是位于锁骨中间 1/3 到第一肋之间的稳定间隙,臂丛神经束在此间隙内平行走行于腋动脉外侧,位置比较表浅,变异率很低。在肋锁间隙中,十分容易区分臂丛的外侧束、内侧束、后束和血管^[24]。

操作方法 具体操作方法是:将高频线阵探头平行放置于锁骨下缘中外 1/3 处,可获得胸大肌、锁骨下肌、腋动静脉以及位于腋动脉外侧的臂丛各束的超声图像。将探头继续向尾侧移动,可见头静脉汇入腋静脉,此处开始臂丛分开围绕腋动脉分布。注射位置选择在头静脉汇入腋静脉之前,在胸大肌和锁骨下肌下方腋动脉外侧可见臂丛三束汇集处。采用平面内穿刺技术,穿刺过程中尽量引导针尖使其位于神经束的中心,走行于外侧束和后束之间,直至针尖到达内侧束^[25]。

临床应用 肋锁间隙解剖深度较浅,仅约 2 cm,易于定位,受体重影响较小,臂丛神经的内侧束、外侧束、后束紧密排列于肋锁间隙内,且远离胸膜,并发气胸的可能性极低,具有操作安全简单、起效快、镇痛效果好的优点。Aliste 等^[26]研究表明,在肩关节镜手术中,利用 0.5% 左布比卡因 20 ml

行肋锁间隙臂丛阻滞 (costoclavicular brachial plexus block, CBPB) 或 IBPB, CBPB 组术后镇痛作用与 IBPB 组无明显差异,且 CBPB 组膈肌麻痹的发生率更低。

局限性 钱玉莹等^[27]研究表明,单次注射 0.375% 罗哌卡因 30 ml 后, CBPB 比 PBPB 起效快,但膈肌麻痹的发生率比 PBPB 更高。在环状软骨水平,膈神经与臂丛神经的解剖距离最近,在环状软骨平面以下,膈神经与臂丛神经距离逐渐增大^[28]。PBPB 的注射平面较环状软骨水平距离远,注射点位于外侧,臂丛神经与膈神经距离较大,而 CBPB 进针方向朝内,注射平面距离膈神经的位置更近,这可能是 CBPB 入路膈肌麻痹率比 PBPB 高的原因。

选择性神经根阻滞

解剖基础 肩关节神经大部分来源于颈部 C₅、C₆, 传统的 IBPB 会阻滞臂丛其他分支神经,增加术后并发症的发生率^[2-3]。选择性神经根阻滞 (selective cervical nerve root block, SCNRB) 可以通过精准阻滞手术区域神经,最大限度减少非手术区域的神经阻滞。

操作方法 SCNRB 具体操作方法是:将高频线阵探头定位 C₇ 横突 (无前结节,呈“靠背椅”征),随后探头依次向上定位 C₆、C₅ 横突 (均有前后结节,呈“鱼嘴”征),确认前后结节之间的神经根,利用彩色多普勒技术确认穿刺路径无动静脉,平面内穿刺进针,分别在 C₅、C₆ 神经根的上方位置注入药液^[29]。

临床应用 肩关节镜手术中,在 C₅ 神经根注射 0.5% 的罗哌卡因 15 ml,可产生良好的镇痛效果,与传统的阻滞方法比较,可能更有利于患者保持手部力量^[30]。许亚江^[31]研究表明,与 IBPB 比较,同样选用 0.25% 罗哌卡因 20 ml,行 C₅、C₆ 神经根阻滞起效时间更短,术后 24 h 内镇痛效果更优,肩关节前屈、后伸、环转、外展等功能受限程度更轻,患者可以早期功能锻炼。锁骨上神经是由颈浅丛发出的神经支,发自 C₃ 和 C₄ 神经,支配肩部、胸上部 and 颈下部的感觉。宋峰等^[32]研究表明,行 C₅ 神经根联合锁骨上神经阻滞可满足肩关节镜手术的辅助镇痛,选用 0.4% 罗哌卡因 10 ml 行 C₅ 神经根阻滞联合锁骨上神经阻滞与 IBPB 镇痛效果无明显差异;但是, C₅ 神经根阻滞联合锁骨上神经阻滞组屈肘、屈腕肌力恢复更快,膈肌麻痹程度及霍纳综合征的发生率显著降低。

局限性 SCNRB 最为严重的并发症是血管内注射和全脊麻,超声引导下采用彩色多普勒技术可以有效的避免穿刺血管及局麻药误入脊髓^[21]。

竖脊肌平面阻滞

解剖基础 ESPB 是一种新的筋膜间平面阻滞技术,将局麻药注射于不同节段的横突上,局麻药可沿着竖脊肌深面向头尾扩散并覆盖多个皮节感觉区域,提供胸部、腹部、腰部的围术期镇痛^[33]。现有研究报道于高位胸段应用 ESPB,可为肩部手术提供有效的镇痛效果^[34-36]。

操作方法 具体操作方法是高频率阵探头矢状位扫描 T₂ 棘突外侧 3 cm, 斜方肌、大菱形肌、竖脊肌覆盖于横突表面, 采用平面内穿刺技术, 将局麻药注射于竖脊肌深面和横突之间^[36]。

临床应用 竖脊肌平面阻滞 (erector spinae plane block, ESPB) 为筋膜间隙阻滞, 需要较大容量的局麻药才能获得满意的阻滞平面。Forero 等^[35] 在 T₂ 水平用含造影剂的混合药物 20 ml 行 ESPB, CT 下可见药液扩散至 C₄—C₇ 神经根附近, 成功缓解了患者的慢性肩痛。Ciftci 等^[37] 研究表明, 在 T₂ 水平应用 0.25% 的布比卡因 30 ml 可以为肩关节镜手术提供有效的镇痛。Nair 等^[38] 研究表明, 实施 T₂—T₃ 水平的 ESPB, 不仅可以为肩关节镜手术提供满意的镇痛, 且不会造成膈肌麻痹或影响上肢的运动功能。Czuczman 等^[36] 研究表明, 与肩关节周围局部浸润麻醉比较, 超声引导下 ESPB 患者术后疼痛评分更低, 阿片类药物使用更少, 患者满意度更高。高位胸段 ESPB 图像易识别、阻滞平面广、镇痛效果好、并发症少, 有望成为新的肩关节镜手术的辅助镇痛技术。

小 结

超声引导下神经阻滞是全身麻醉下行肩关节镜手术的必要辅助镇痛技术, 不仅对术中控制性降压起重要作用, 还能够缓解术后疼痛, 有利于患者早期功能锻炼, 加速康复。IBPB 操作简单, 可为肩关节镜手术提供满意的围术期镇痛, 但并发症较多, 对膈神经阻滞作用限制了其在老年或慢性阻塞性肺疾病患者中的应用。前路 SNB、后路 SNB 联合 ANB 或 PBPB、CBPB、SCNRB 等神经阻滞方式膈肌麻痹及运动阻滞发生率低, 可作为其安全有效的替代方案。随着 ESPB 研究的不断进展, 高位胸段 ESPB 可能成为肩关节镜手术新的围术期镇痛技术。

参 考 文 献

- [1] Peruto CM, Ciccotti MG, Cohen SB. Shoulder arthroscopy positioning: lateral decubitus versus beach chair. *Arthroscopy*, 2009, 25(8): 891-896.
- [2] Bakhsh W, Nicandri G. Anatomy and physical examination of the shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2018, 26(3): e10-e22.
- [3] Zisquit J, Nedeff N. Interscalene Block. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*, 2021, 20.
- [4] Lim JA, Sung SY, Lee JH, et al. Comparison of ultrasound-guided and nerve stimulator-guided interscalene blocks as a sole anesthesia in shoulder arthroscopic rotator cuff repair: a retrospective study. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(35): e21684.
- [5] Yan S, Zhao Y, Zhang H. Efficacy and safety of interscalene block combined with general anesthesia for arthroscopic shoulder surgery: a meta-analysis. *J Clin Anesth*, 2018, 47: 74-79.
- [6] Gonano C, Kettner SC, Ernstbrunner M, et al. Comparison of economical aspects of interscalene brachial plexus blockade and general anaesthesia for arthroscopic shoulder surgery. *Br J Anaesth*, 2009, 103(3): 428-433.
- [7] Casati A, Fanelli G, Aldegheri G, et al. Interscalene brachial plexus anaesthesia with 0.5%, 0.75% or 1% ropivacaine: a double-blind comparison with 2% mepivacaine. *Br J Anaesth*, 1999, 83(6): 872-875.
- [8] Verelst P, van Zundert A. Respiratory impact of analgesic strategies for shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med*, 2013, 38(1): 50-53.
- [9] Bergmann L, Martini S, Kesselmeier M, et al. Phrenic nerve block caused by interscalene brachial plexus block: breathing effects of different sites of injection. *BMC Anesthesiol*, 2016, 16(1): 45.
- [10] Nam YS, Jeong JJ, Han SH, et al. An anatomic and clinical study of the suprascapular and axillary nerve blocks for shoulder arthroscopy. *J Shoulder Elbow Surg*, 2011, 20(7): 1061-1068.
- [11] Heron M, Dattani R, Smith R. Interscalene vs suprascapular nerve block for shoulder surgery. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2016, 77(8): 494.
- [12] Siegenthaler A, Moriggl B, Mlekusch S, et al. Ultrasound-guided suprascapular nerve block, description of a novel supraclavicular approach. *Reg Anesth Pain Med*, 2012, 37(3): 325-328.
- [13] Harmon D, Hearty C. Ultrasound-guided suprascapular nerve block technique. *Pain Physician*, 2007, 10(6): 743-746.
- [14] Lim YC, Koo ZK, Ho VW, et al. Randomized, controlled trial comparing respiratory and analgesic effects of interscalene, anterior suprascapular, and posterior suprascapular nerve blocks for arthroscopic shoulder surgery. *Korean J Anesthesiol*, 2020, 73(5): 408-416.
- [15] Ferré F, Pommier M, Laumonerie P, et al. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided anterior vs. posterior suprascapular nerve block: a double-blind, randomised control trial. *Anaesthesia*, 2020, 75(4): 499-508.
- [16] Rothe C, Asghar S, Andersen HL, et al. Ultrasound-guided block of the axillary nerve: a volunteer study of a new method. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2011, 55(5): 565-570.
- [17] Lee JJ, Yoo YS, Hwang JT, et al. Efficacy of direct arthroscopy-guided suprascapular nerve block after arthroscopic rotator cuff repair: a prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(2): 562-566.
- [18] Pitombo PF, Meira Barros R, Matos MA, et al. Selective suprascapular and axillary nerve block provides adequate analgesia and minimal motor block. Comparison with interscalene block. *Braz J Anesthesiol*, 2013, 63(1): 45-51.
- [19] Hsu AC, Tai YT, Lin KH, et al. Infraclavicular brachial plexus block in adults: a comprehensive review based on a unified nomenclature system. *J Anesth*, 2019, 33(3): 463-477.
- [20] 何文胜, 吴振宇, 祖玲洁, 等. 超声引导经锁骨上窝进针在喙突旁臂丛神经阻滞中的应用. *临床麻醉学杂志*, 2019, 35(1): 29-31.
- [21] Aliste J, Bravo D, Finlayson RJ, et al. A randomized comparison between interscalene and combined infraclavicular-suprascapular blocks for arthroscopic shoulder surgery. *Can J Anaesth*, 2018, 65(3): 280-287.

- [22] Petrar SD, Seltnerich ME, Head SJ, et al. Hemidiaphragmatic paralysis following ultrasound-guided supraclavicular versus infraclavicular brachial plexus blockade: a randomized clinical trial. *Reg Anesth Pain Med*, 2015, 40(2): 133-138.
- [23] 李静, 赵玲, 韩彬, 等. 超声引导下肋锁间隙和喙突入路锁骨下臂丛神经阻滞在前臂或手手术中效果的比较. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(4): 341-344.
- [24] Karmakar MK, Sala-Blanch X, Songthamwat B, et al. Benefits of the costoclavicular space for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: description of a costoclavicular approach. *Reg Anesth Pain Med*, 2015, 40(3): 287-288.
- [25] 黎建金, 虞雪融. 经肋锁间隙入路行臂丛神经阻滞的研究进展. *医学综述*, 2018, 24(13): 2666-2671.
- [26] Aliste J, Bravo D, Layera S, et al. Randomized comparison between interscalene and costoclavicular blocks for arthroscopic shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med*, 2019, 44: 472-477.
- [27] 钱玉莹, 黄娟娟, 丰浩荣, 等. 超声引导下两种锁骨下臂丛神经阻滞入路对膈肌麻痹的影响. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(6): 562-565.
- [28] Kessler J, Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. An ultrasound study of the phrenic nerve in the posterior cervical triangle: implications for the interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med*, 2008, 33(6): 545-550.
- [29] van Geffen GJ, Moayeri N, Bruhn J, et al. Correlation between ultrasound imaging, cross-sectional anatomy, and histology of the brachial plexus: a review. *Reg Anesth Pain Med*, 2009, 34(5): 490-497.
- [30] Dobie KH, Shi Y, Shotwell MS, et al. New technique targeting the C₅ nerve root proximal to the traditional interscalene sonoanatomical approach is analgesic for outpatient arthroscopic shoulder surgery. *J Clin Anesth*, 2016, 34: 79-84.
- [31] 许亚江. 选择性颈神经根阻滞与臂丛神经阻滞在肩关节镜术后镇痛中的效果对比. *中国医学创新*, 2019, 16(27): 51-54.
- [32] 宋峰, 徐粤新, 马姗姗, 等. 超声引导下选择性神经阻滞在肩关节镜术后镇痛的临床应用. *骨科*, 2019, 10(5): 452-456.
- [33] Forero M, Adhikary SD, Lopez H, et al. The erector spinae plane block: a novel analgesic technique in thoracic neuropathic pain. *Reg Anesth Pain Med*, 2016, 41(5): 621-627.
- [34] Ohgoshi Y, Terada S, Usui Y, et al. Analgesia-related differences among the erector spinae, multifidus cervicis, and intersemispinal plane blocks. *Can J Anaesth*, 2018, 65(8): 958-960.
- [35] Forero M, Rajarathinam M, Adhikary SD, et al. Erector spinae plane block for the management of chronic shoulder pain: a case report. *Can J Anaesth*, 2018, 65(3): 288-293.
- [36] Czuczman M, Shanthanna H, Alolabi B, et al. Randomized control trial of ultrasound-guided erector spinae block versus shoulder periarticular anesthetic infiltration for pain control after arthroscopic shoulder surgery: study protocol clinical trial (SPIRIT compliant). *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(15): e19721.
- [37] Ciftci B, Ekinci M, Gölboyu BE, et al. High thoracic erector spinae plane block for arthroscopic shoulder surgery: a randomized prospective double-blind study. *Pain Med*, 2021, 22(4): 776-783.
- [38] Nair A, Diwan S. Erector spinae block as a phrenic nerve sparing block for shoulder surgeries. *Reg Anesth Pain Med*, 2020, 45: 751-752.

(收稿日期:2021-03-03)