

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.011

超声引导下臂丛神经阻滞在上肢骨折手术麻醉中的应用效果及分层分析

赵 宁¹, 秦晓岩¹, 徐海峰²

(1. 浚县人民医院 麻醉科, 河南鹤壁 456250; 2. 浚县人民医院 骨科, 河南鹤壁 456250)

【摘要】目的 探讨超声引导下臂丛神经阻滞在上肢骨折手术麻醉中的应用效果及安全性。**方法** 选取2022年1月至2024年12月浚县人民医院收治的90例上肢骨折手术患者,采用随机数字表法分为对照组和观察组,每组45例。对照组采用传统解剖标志定位臂丛神经阻滞,观察组采用超声引导下臂丛神经阻滞。比较两组麻醉相关指标、手术过程指标、术后镇痛与恢复情况及并发症,并按骨折类型和穿刺入路进行探索性分层分析。**结果** 与对照组比较,观察组阻滞起效时间和完全阻滞时间均缩短,首次穿刺成功率升高,穿刺次数和手术时间均减少(均 $P<0.05$)。术后2、6、12、24、48、72 h,观察组数字评分量表(numerical rating scale, NRS)评分均低于同期对照组(均 $P<0.05$);首次镇痛药需求时间延后,镇痛药总用量减少,患肢基础功能及完全功能恢复时间均缩短(均 $P<0.05$)。探索性分层分析显示,在3种骨折类型亚组中,观察组阻滞起效时间和完全阻滞时间均较短(均 $P<0.001$);在肌间沟和腋路亚组中,观察组首次穿刺成功率较高、穿刺次数较少(均 $P<0.05$)。观察组总并发症发生率为2.22%,对照组为13.33%,差异无统计学意义($P=0.110$);两组均未发生严重或迟发性并发症。**结论** 超声引导下臂丛神经阻滞有助于提高上肢骨折手术的麻醉建立效率和操作成功率,改善围手术期镇痛并促进早期功能恢复。其在不同骨折类型和穿刺入路亚组中的效果方向基本一致,但降低并发症风险的结论仍需更大样本研究验证。

【关键词】 超声引导下臂丛神经阻滞; 上肢骨折; 区域麻醉; 镇痛; 安全性**【中图分类号】** R614**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0062-06

Clinical effects and stratified analysis of ultrasound-guided brachial plexus block in anesthesia for upper-limb fracture surgery

ZHAO Ning¹, QIN Xiaoyan¹, XU Haifeng²

(1. Department of Anesthesiology, Xun County People's Hospital, Hebi 456250, Henan, China;

2. Department of Orthopedics, Xun County People's Hospital, Hebi 456250, Henan, China)

【Abstract】Objective To evaluate the efficacy and safety of ultrasound-guided brachial plexus block in anesthesia for upper-limb fracture surgery. **Methods** Ninety patients undergoing upper-limb fracture surgery at Xun County People's Hospital between January 2022 and December 2024 were randomly assigned to a control group or an observation group, with 45 patients in each group. The control group received anatomical landmark-guided brachial plexus block, whereas the observation group received ultrasound-guided brachial plexus block. Anesthesia-related outcomes, procedural indicators, postoperative analgesia and recovery, and complications were compared. Exploratory analyses were conducted after stratification by fracture type and puncture approach. **Results** Compared with the control group, the observation group had shorter block onset and complete block times, a higher first-attempt puncture success rate, fewer punctures, and a shorter operative time (all $P<0.05$). NRS scores at 2, 6, 12, 24, 48, and 72 h after surgery were lower in the observation group (all $P<0.05$). The first request for rescue analgesia occurred later, total analgesic consumption was lower, and the times to basic and complete functional recovery of the affected limb were shorter (all $P<0.05$). Exploratory stratified analyses showed that in the three fracture type subgroups, block onset and complete block times were shorter in the observation group (all $P<0.001$); as well as higher first-attempt success rates and fewer punctures within the interscalene groove and axillary approach subgroups (all $P<0.05$). The overall complication rate was 2.22% in the observation group and 13.33% in the control group; the difference was not statistically significant ($P=0.110$). No serious or delayed complications occurred in either group. **Conclusion** Ultrasound-guided brachial plexus block may improve anesthetic efficiency and procedural success, enhance perioperative analgesia, and facilitate early functional recovery in upper-

收稿日期: 2025-05-01。

作者简介: 赵 宁, 本科, 副主任医师, 研究方向: 麻醉与围术期安全。E-mail: 13613920625@163.com。

limb fracture surgery. The direction of benefit was consistent across the exploratory subgroups, whereas a reduction in complication risk requires confirmation in larger studies.

【Key words】Ultrasound-guided brachial plexus block; Upper-limb fracture; Regional anesthesia; Analgesia; Safety

上肢骨折手术麻醉的核心目标在于提供稳定、长效且安全的镇痛与肌松条件,为骨折复位、内固定置入等操作创造良好的手术环境^[1]。传统臂丛神经阻滞是该类手术的常用麻醉方式,理论上可提供满意的区域镇痛效果,但实际操作中,因穿刺点定位依赖解剖体表标志,神经深浅及个体差异显著,常出现定位偏差、穿刺次数增加及麻醉效果不稳定等问题;尤其在锁骨下路或腋路阻滞操作中,神经血管束解剖关系复杂,一旦发生血管穿刺、局部麻醉药物误注入血管或神经损伤,会增加患者术中疼痛体验,增加术后并发症发生风险^[2]。

超声引导技术的引入,推动区域麻醉从“盲探穿刺时代”进入“可视化精准时代”。通过实时清晰显示神经结构、针尖行进轨迹及局部麻醉药物扩散形态,麻醉医师可依托实时影像优化穿刺路径,提高一次性穿刺成功率,避免误入血管或深刺过深,显著提升阻滞质量和操作安全性^[3]。近年来,随着高频线阵探头分辨率提升、成像算法优化及穿刺针材料工程学改良(如抗反光涂层、贝塞尔角切面设计等),超声引导下神经阻滞的临床可操作性进一步增强^[4]。尽管已有大量研究证实了超声引导下神经阻滞在成功率与安全性上的优势,但在上肢骨折手术这一特定临床场景中,其对术中麻醉平稳度、术后镇痛持续时长、麻醉相关并发症发生率及整体围手术期流程质量的综合影响,仍需更多针对性临床研究验证。同时,现代医疗领域对流程再造、精准医疗与智能辅助决策的重视程度不断提升,将超声视觉信息与工程化参数(如组织界面回声特征、药液扩散动态、针尖回声识别率)结合开展分析,也为优化区域麻醉提供了研究新路径。

基于此,本研究以上肢骨折手术患者为研究对象,通过前瞻性随机对照研究设计,比较超声引导下臂丛神经阻滞与传统盲探臂丛神经阻滞在麻醉效果、术中指标及安全性方面的差异,同时从工程学视角分析该技术的临床可重复性与流程优化价值,以期为该技术的临床推广提供系统化的循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为前瞻性研究设计。选取浚县人民医院2022年1月至2024年12月接受上肢骨折手术治疗的患者为研究对象。本研究为单中心前瞻性随机对照研究,以阻滞起效时间作为主要结局指标进行样本量估算。参考既往同类研究及浚县人民医院前期病例资料,设定两组阻滞起效时间的最小临床差异 $\delta=3.0$ min,合并标准差 $\sigma=4.5$ min,双侧检验 $\alpha=0.05$,检验效能 $1-\beta=0.80$ 。按两独立样本均数比较样本量公式计算: $n=\frac{2(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2\sigma^2}{\delta^2}$,其中, $Z_{\alpha/2}=1.96$, $Z_{\beta}=0.84$,代入公式: $n=35.28$,即每组至少需36例。考虑约15%的脱落或资料不完整情况,每组至少需43例。本研究最终纳入90例患者,采用随机数字表法按1:1比例分为对照组和观察组,每组各45例,满足预设样本量及统计功效要求。对照组行传统解剖标志定位臂丛神经阻滞,观察组行超声引导下臂丛神经阻滞。所有患者均签署知情同意书,研究方案经浚县人民医院伦理委员会批准并备案,(批件号:[2021]伦审审核第(20)号)。

纳入标准:①年龄18~75岁;②单侧上肢骨折且拟行切开复位内固定;③美国麻醉医师学会(American Society of Anesthesiologists, ASA)体格状态分级Ⅰ~Ⅲ级;④无局部麻醉药物过敏史。排除标准:①合并严重心肺功能障碍不能耐受手术者;②局部皮肤感染或穿刺禁忌;③长期镇痛药依赖者;④神经系统疾病影响术后评估。

1.2 麻醉方法与操作流程

两组神经阻滞操作均由同一组具有5年以上区域麻醉经验的麻醉医师完成,所有操作者均完成超声引导神经阻滞规范化培训。操作者资质:主治医师及以上职称,超声引导神经阻滞操作年限 ≥ 3 年,年均操作例数 ≥ 50 例。

对照组采用传统解剖标志定位臂丛神经阻滞。患者取仰卧位,头偏向对侧,患侧上肢略外展。采用肌间沟入路时,于胸锁乳突肌锁骨头后缘向后触及前斜角肌与中斜角肌之间的凹陷;采用腋路入路时,

于腋窝皱褶上方触及腋动脉搏动。使用 22 G 神经阻滞针缓慢进针, 确认位置并回抽无血后分次注入局部麻醉药物, 必要时依据相应神经支配区异感调整穿刺方向。局部麻醉药物统一使用 0.25% 盐酸布比卡因 20 ml。

观察组采用超声引导下臂丛神经阻滞。患者取仰卧位, 使用 Sonosite 超声仪(配 5 ~ 12 MHz 高频线阵探头)扫描暴露颈部与锁骨上区域。将高频超声探头横向放置在环状软骨水平(C₆椎体平面), 先识别前斜角肌与中斜角肌的肌纤维影像, 二者之间的低回声间隙即为肌间沟, 或扫描腋窝皱褶处寻找腋动脉, 动脉周围寻找各神经, 于短轴模式下进行平面内进针, 在超声实时监测下调整进针方向, 使针尖始终保持可视。确认针尖位于神经周围筋膜间隙后, 缓慢注入局部麻醉药物, 药液呈环抱状分布即视为注射位置理想。全程注意规避血管结构并监测注射阻力, 以降低神经内注射及误入血管的风险。局部麻醉药物与对照组相同。

记录以下超声相关参数: ① 探头频率选择 5 ~ 12 MHz, 根据患者体型(BMI)分为 5 ~ 8 MHz 和 9 ~ 12 MHz 两个频率范围; ② 针尖回声识别率 针尖清晰显示次数/总穿刺次数 $\times 100\%$; ③ 药液扩散形态分为环抱状/线状/不规则; ④ 注射速度 < 0.5 ml/s 为低速, $0.5 \sim 1.0$ ml/s 为中速, > 1.0 ml/s 为高速。分析上述参数与阻滞效果的关系。

1.3 观察指标

(1) 麻醉效果指标: 记录阻滞起效时间与完全阻滞时间。起效时间定义为局部麻醉药物注射结束至患肢针刺痛觉明显减弱的时间; 完全阻滞时间为达到手术所需的感觉缺失与运动受限(肌力 ≤ 2 级)。

(2) 手术过程指标: 首次穿刺成功率, 定义为单次进针无需重新退出皮肤即可完成有效注药的位置。穿刺次数记录为针尖完全退出皮肤后再次进针的总次数。手术时间以切皮至关皮的持续时长计算。

(3) 术后镇痛指标: 术后 2 h、6 h、12 h、24 h、48 h、72 h, 分别使用数字评分量表(numerical rating scale, NRS)评估疼痛程度, 评分范围 0 ~ 10 分, 分值越高表示疼痛越重。首次镇痛药需求时间定义为患者首次主诉疼痛明显或 NRS ≥ 4 分且需使用镇痛药物的时间点。记录术后 72 h 内最高 NRS 评分及其出现

时间, 以反映疼痛峰值。若患者在固定随访时间点前已接受镇痛处理, 则该时间点 NRS 评分按镇痛处理后的实际评分记录。上肢基础功能恢复时间根据患肢主动抬举及屈伸活动达到约 30% 关节活动度(range of motion, ROM)的时间判定; 完全功能恢复时间定义为 ROM $\geq 80\%$ 的时间点。

(4) 安全性指标: 观察两组术中与术后相关并发症, 包括短暂神经刺激不适、血管穿刺、局部血肿及局部麻醉药物毒性反应。术后 1 个月和 3 个月随访, 评估迟发性神经损伤、慢性疼痛及迟发性血肿等远期并发症。

(5) 分层分析指标: 按骨折类型(锁骨骨折、肱骨骨折、尺桡骨骨折)及穿刺路径(肌间沟入路、腋路入路)进行探索性分层分析, 观察不同亚组中阻滞效果及操作指标的变化趋势。

1.4 统计学方法

采用 R 软件(4.3.1 版本)进行统计学分析。计量资料经正态性检验后, 以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)或中位数(四分位数)表示; 两组间比较采用独立样本 t 检验或 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例(%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。术后 NRS 采用组别 $\times$ 时间混合设计重复测量方差分析, 其中组别为组间因素, 时间为组内因素。采用 Mauchly 球形检验评价球形假设; 当球形假设不满足时, 采用 Greenhouse-Geisser 法校正自由度。分析组别主效应、时间主效应及组别 $\times$ 时间交互作用; 交互作用有统计学意义时, 进一步采用 Bonferroni 法进行简单效应比较。分层分析仅作为探索性分析, 用于观察不同骨折类型及穿刺入路亚组中的潜在趋势, 不作为验证性亚组结论或独立疗效判断依据。所有检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

两组患者在年龄、性别构成、体重指数(body mass index, BMI)、BMI ≥ 28 kg/m² 比例、骨折类型分布、穿刺入路类型、ASA 分级及术前合并症等基线资料方面比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)(表 1)。

2.2 麻醉相关指标

观察组患者阻滞起效时间和完全阻滞时间均显著短于对照组(均 $P < 0.001$)(表 2)。

表1 两组患者基线资料比较

指标	对照组 (n=45)	观察组 (n=45)	t/χ^2	P
年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	48.62±12.15	47.24±11.88	0.545	0.587
男性 [例 (%)]	27 (60.00)	26 (57.78)	0.046	0.830
BMI ($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.87±2.96	24.12±3.10	0.391	0.697
BMI≥28 kg/m ² [例 (%)]	5 (11.11)	6 (13.33)	0.104	0.748
骨折类型 [例 (%)]			0.227	0.893
锁骨骨折	11 (24.44)	13 (28.89)		
肱骨骨折	17 (37.78)	16 (35.56)		
尺桡骨骨折	17 (37.78)	16 (35.56)		
穿刺入路类型 [例 (%)]			0.179	0.673
肌间沟入路	23 (51.11)	25 (55.56)		
腋路入路	22 (48.89)	20 (44.44)		
ASA I ~ II 级 [例 (%)]	38 (84.44)	37 (82.22)	0.080	0.777
吸烟史 [例 (%)]	11 (24.44)	10 (22.22)	0.062	0.803
合并高血压 [例 (%)]	8 (17.78)	7 (15.56)	0.080	0.777
合并糖尿病 [例 (%)]	5 (11.11)	4 (8.89)	—	1.000

注: BMI: 体重指数; ASA: 美国麻醉医师学会。“—”采用 Fisher 确切概率法。

2.3 手术过程指标

观察组首次穿刺成功率显著高于对照组 ($P<0.05$), 穿刺次数显著少于对照组 ($P<0.001$), 手术时

表2 两组麻醉相关指标比较($\bar{x}\pm s$, min)

组别	阻滞起效时间	完全阻滞时间
对照组 (n=45)	12.84±3.26	20.47±4.10
观察组 (n=45)	7.92±2.15	13.31±3.25
t	8.452	9.180
P	<0.001	<0.001

间显著短于对照组 ($P<0.001$)。观察组术中不良反应发生率低于对照组, 但比较差异无统计学意义 ($P>0.05$) (表3)。

2.4 超声工程学参数与阻滞效果分析

观察组针尖回声识别率为 (92.31±5.64)%。BMI≥28 kg/m² 患者中, 5~8 MHz 探头频率范围的选择比例为 83.33% (5/6), 高于 BMI<28 kg/m² 患者的 28.21% (11/39); 后者更多选择 9~12 MHz 频率范围 (71.79%, 28/39), 差异有统计学意义 (Fisher 确切概率法, $P=0.017$)。药液呈环抱状扩散时的阻滞达标率为 97.14% (34/35), 高于非环抱状扩散的 70.00% (7/10) (Fisher 确切概率法, $P=0.030$)。低速注射者的完全阻滞时间短于中高速注射者 ($P=0.022$) (表4)。

表3 两组患者手术过程指标比较

组别	首次穿刺成功率 [例 (%)]	穿刺次数 ($\bar{x}\pm s$, 次)	手术时间 ($\bar{x}\pm s$, min)	术中不良反应 [例 (%)]
对照组 (n=45)	28 (62.22)	2.13±0.88	58.42±9.36	4 (8.89)
观察组 (n=45)	40 (88.89)	1.27±0.56	49.73±8.20	2 (4.44)
χ^2/t	8.663	5.531	4.685	—
P	0.003	<0.001	<0.001	0.677

注: “—”采用 Fisher 确切概率法。

表4 超声工程学参数与阻滞效果分析

指标	结果	统计量	P
针尖回声识别率 (%)	92.31±5.64	—	—
BMI 与探头频率选择 [例 (%)]	BMI≥28 kg/m ² (n=6): 5~8 MHz 5 (83.33), 9~12 MHz 1 (16.67); BMI<28 kg/m ² (n=39): 5~8 MHz 11 (28.21), 9~12 MHz 28 (71.79)	—	0.017
药液扩散形态与阻滞达标率 [例 (%)]	环抱状: 34/35 (97.14); 非环抱状: 7/10 (70.00)	—	0.030
注射速度与完全阻滞时间 ($\bar{x}\pm s$, min)	低速 (n=31): 12.68±2.94 min; 中高速 (n=14): 15.31±3.46 min	2.470	0.022

注: BMI: 体重指数。探头频率选择与 BMI 的比较、药液扩散形态与阻滞达标率的比较均采用 Fisher 确切概率法; 低速注射为 <0.5 ml/s, 中高速注射为 ≥0.5 ml/s。“—”表示无可计算统计量。

2.5 分层分析结果

按骨折类型分层后, 观察组在锁骨、肱骨和尺桡骨骨折亚组中的阻滞起效时间和完全阻滞时间均显著短于对照组 (均 $P<0.001$)。按穿刺入路分层后, 观察组在肌间沟和腋路亚组中的首次穿刺成功率均高于对照组 (均 $P<0.05$), 穿刺次数均少于对照组 (均 $P<0.05$) (表5)。上述结果为探索性分析, 未进行组别与分层因素的交互作用检验, 不能据此判断

某一亚组获益更大。

2.6 术后镇痛与恢复情况

经 Bonferroni 法校正后, 观察组术后 2、6、12、24、48、72 h 的 NRS 评分均显著低于同期对照组 (均 $P<0.05$)。两组疼痛评分均于术后 6 h 相对较高, 随后逐渐下降。观察组首次镇痛药需求时间较对照组延后, 镇痛药总用量较少, 患肢基础功能恢复及完全功能恢复时间均较短, 差异均有统计学意义 (均 $P<$

表5 不同骨折类型与穿刺入路亚组的探索性分析

组别	阻滞起效时间 ($\bar{x}\pm s$, min)			完全阻滞时间 ($\bar{x}\pm s$, min)		
	锁骨骨折	肱骨骨折	尺桡骨骨折	锁骨骨折	肱骨骨折	尺桡骨骨折
对照组 ($n=45$)	13.78 $\pm$ 3.18	13.02 $\pm$ 2.97	12.41 $\pm$ 2.86	21.34 $\pm$ 4.31	20.61 $\pm$ 3.98	19.87 $\pm$ 3.76
观察组 ($n=45$)	7.72 $\pm$ 2.01	8.15 $\pm$ 2.14	8.63 $\pm$ 2.25	12.84 $\pm$ 3.09	13.27 $\pm$ 3.12	13.78 $\pm$ 3.05
t	5.464	5.428	4.233	5.460	5.914	5.123
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
组别	首次穿刺成功 [成功例数/亚组例数 (%)]		穿刺次数 ($\bar{x}\pm s$, 次)			
	肌间沟入路	腋路入路	肌间沟入路	腋路入路		
对照组 ($n=45$)	11/23 (47.83)	17/22 (77.27)	2.43 $\pm$ 0.94	1.82 $\pm$ 0.71		
观察组 ($n=45$)	20/25 (80.00)	20/20 (100)	1.29 $\pm$ 0.56	1.25 $\pm$ 0.49		
t	—	—	5.051	3.052		
P	0.034	0.049	<0.001	0.004		

注：锁骨、肱骨、尺桡骨骨折亚组的对照组/观察组例数分别为 11/13、17/16、17/16；肌间沟和腋路亚组分别为 23/25、22/20。首次穿刺成功率采用 Fisher 确切概率法比较。分层分析为探索性分析，未进行交互作用检验。

0.05)。组别 $\times$ 时间重复测量方差分析显示，NRS 评分均有统计学意义(均 $P<0.05$)(表 6)。分的组别主效应、时间主效应及组别 $\times$ 时间交互作用

表6 两组术后镇痛与恢复情况比较($\bar{x}\pm s$)

组别	NRS 评分 (分)					
	术后 2 h	术后 6 h	术后 12 h	术后 24 h	术后 48 h	术后 72 h
对照组 ($n=45$)	3.87 $\pm$ 1.02	4.62 $\pm$ 1.15	4.04 $\pm$ 1.07	3.11 $\pm$ 0.96	2.26 $\pm$ 0.81	1.54 $\pm$ 0.69
观察组 ($n=45$)	2.49 $\pm$ 0.86	3.11 $\pm$ 1.02	2.91 $\pm$ 0.93	2.31 $\pm$ 0.74	1.63 $\pm$ 0.62	1.08 $\pm$ 0.51
t	6.939	6.590	5.347	4.427	4.143	3.596
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003
组别	首次镇痛药需求时间 (h)	镇痛药总用量 (mg)	上肢基础功能恢复时间 (h)	完全功能恢复时间 (h)	术后 72 h 内最高 NRS 评分	最高 NRS 评分出现时间 (h)
对照组 ($n=45$)	6.42 $\pm$ 1.83	134.27 $\pm$ 32.15	31.24 $\pm$ 6.14	82.46 $\pm$ 12.58	4.86 $\pm$ 1.18	6.13 $\pm$ 1.56
观察组 ($n=45$)	9.87 $\pm$ 2.14	98.44 $\pm$ 28.93	24.87 $\pm$ 5.72	69.31 $\pm$ 11.47	4.17 $\pm$ 0.96	9.54 $\pm$ 2.18
t	8.219	5.557	5.092	5.182	3.042	8.53
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001

注：NRS：数字评分量表。固定时间点 NRS 评分为该时间点实际疼痛评分；若患者在该时间点前已接受补救镇痛，则记录镇痛处理后的评分。经 Greenhouse-Geisser 校正后，时间主效应： $F=214.739$ ， $P<0.001$ ；组别 $\times$ 时间交互作用： $F=14.982$ ， $P<0.001$ ；组别主效应： $F=47.386$ ， $P<0.001$ 。各时间点组间比较采用 Bonferroni 法校正， P 调整为校正后 P 值。首次镇痛药需求时间为患者首次主诉疼痛明显或 NRS ≥ 4 分并需使用镇痛药物的时间点。镇痛药用量统一换算为氟比洛芬酯等效剂量；ROM $\geq 30\%$ 视为基础功能恢复。

2.7 安全性指标

两组均未发生局部麻醉药物毒性反应等严重并发症。观察组总并发症发生率为 2.22% (1/45)，对照组为 13.33% (6/45)，但采用 Fisher 确切概率法比较

后，差异无统计学意义($P=0.110$)(表 7)。术后 1 个月和 3 个月随访均未发现迟发性神经损伤、慢性疼痛或迟发性血肿。

表7 两组并发症发生情况比较

组别	短暂神经刺激不适	血管穿刺	局部血肿	局部麻醉药物毒性反应	总并发症
对照组 ($n=45$)	3 (6.67)	2 (4.44)	1 (2.22)	0 (0)	6 (13.33)
观察组 ($n=45$)	1 (2.22)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2.22)
χ^2	—	—	—	—	—
P	0.616	0.494	1.000	—	0.110

注：各并发症及总并发症发生率均采用 Fisher 确切概率法比较；“—”表示无可计算统计量。

3 讨论

上肢骨折手术对麻醉阻滞的准确性、起效速度及持续镇痛质量均有较高要求。臂丛神经阻滞可在

提供良好镇痛的同时减少气道干预，因而在此类手术中应用广泛^[5]。但传统解剖标志定位法易受个体解剖差异、神经走行深浅及操作者经验影响，临床仍

可能出现定位不准、反复穿刺及阻滞不全等问题,进而影响麻醉质量与患者围手术期体验^[6]。超声引导的核心价值体现在可视化操作层面:可实时识别神经、血管、针尖及药液扩散状态,使穿刺路径和注药位置更具针对性,这也是其区别于传统盲探式阻滞的关键所在^[7]。

本研究结果显示,观察组阻滞起效时间和完全阻滞时间均短于对照组,提示超声引导有助于提高阻滞建立效率。传统解剖标志定位难以直接判断针尖与目标神经、邻近血管的空间关系,也不能实时观察局部麻醉药物扩散。超声引导可在进针过程中持续校正方向,并根据药液分布调整针尖位置,因而更易形成有效阻滞。观察组首次穿刺成功率较高、穿刺次数较少,也与可视化定位和路径控制相符。观察组手术时间较短,但手术时间定义为切皮至关皮,仍受骨折部位、复位难度和术者操作等因素影响,不能简单归因于麻醉准备效率,应视为次要结果谨慎解释。术后各时间点 NRS 评分、补救镇痛需求及镇痛药用量的结果表明,超声引导下阻滞可改善术后早期镇痛。观察组患肢基础功能及完全功能恢复时间较短,可能与疼痛减轻后患者更易配合早期活动有关,但功能恢复同时受固定方式、损伤程度和康复依从性影响,不能归因于麻醉方式这一单一因素。

探索性分层分析显示,超声引导下阻滞在 3 种骨折类型以及肌间沟、腋路两种穿刺入路中的效果方向基本一致。由于各亚组样本量较小,且未进行正式交互作用检验和多重性校正,本研究不能据此认定锁骨骨折或肌间沟入路患者获益更大。观察组内部分析还显示,BMI 较高者更多选择较低探头频率范围;药液呈环抱状扩散者的阻滞达标率较高,低速注射者完全阻滞时间较短。这些结果提示探头频率、药液扩散形态和注射速度可能影响阻滞质量,但其来源于非随机的组内比较,仅能解释为相关性,不能作因果推断。安全性方面,观察组并发症发生率在数值上低于对照组,但 Fisher 确切概率法显示差异无统计学意义。两组均未发生严重或迟发性并发

症,提示两种方法总体安全;超声引导能否进一步降低少见并发症风险,仍需更大样本验证。

本研究存在以下局限性:首先,为单中心、小样本研究,少见并发症的检验效能不足;其次,各亚组例数有限,分层分析未进行交互作用检验和多重性校正,只能用于观察趋势;再次,超声参数与阻滞效果的分析限于观察组内部,可能受到体型、穿刺部位及操作者判断等混杂因素影响;最后,功能恢复指标主要反映术后早期恢复,缺少标准化量表评价的长期功能结局。后续需通过多中心、大样本研究及更完整的随访进一步验证。

综上,超声引导下臂丛神经阻滞可提高上肢骨折手术的麻醉建立效率和首次穿刺成功率,减少穿刺次数,改善术后早期镇痛,并有助于患肢功能恢复。探索性分析显示,其在不同骨折类型和穿刺入路亚组中的效果方向基本一致。观察组并发症发生率数值较低,但组间差异无统计学意义,安全性优势仍需进一步研究证实。

参考文献

- [1] 张楠,李树贤. 超声引导下肌间沟臂丛神经阻滞麻醉方案在上肢骨折手术中的应用效果观察[J]. 中国医疗器械信息, 2025, 31 (16): 62-64.
- [2] 肖斌,刘余钱. 超声引导下罗哌卡因连续肌间沟臂丛神经阻滞麻醉对上肢骨折手术患者血流动力学的影响[J]. 北方药学, 2025, 22 (4): 157-159.
- [3] 李冬梅. 超声引导下锁骨上臂丛神经阻滞在老年重症上肢骨折患者手术中的麻醉效果[J]. 中外医药研究, 2025, 4 (7): 9-11.
- [4] 陈红燕,吴春云,王栋华,等. 超声高频线阵探头与腔内探头联合使用对颌下腺导管结石的诊断价值[C]//中国中西医结合学会医学影像专业委员会. 中国中西医结合学会医学影像专业委员会第十五次全国学术大会暨上海市中西医结合学会医学影像专业委员会 2017 年学术年会暨《医学影像新技术的临床应用》国家级继续教育学习班资料汇编. 上海市闵行区中心医院, 2017: 538-539.
- [5] 李奉通,卞金娥,张清源. 超声引导下臂丛神经阻滞麻醉在老年上肢骨折手术患者中的应用效果[J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9 (26): 106-109.
- [6] 章志祥. 超声引导下锁骨上臂丛神经阻滞麻醉在上肢骨折患者手术中的应用效果[J]. 中国社区医师, 2024, 40 (17): 59-61.
- [7] 唐转钧. 超声引导下臂丛神经阻滞在上肢手术的麻醉效果和安全性[J]. 当代临床医刊, 2023, 36 (3): 84-85.