

超声辅助定位椎管内麻醉技术在老年患者外科手术中的应用

杨 柳*, 程仕刚, 郑 霞#

重庆医科大学附属永川医院手术麻醉中心, 重庆

收稿日期: 2026年7月8日; 录用日期: 2026年8月2日; 发布日期: 2026年8月12日

摘 要

目的: 分析超声辅助定位椎管内麻醉技术在老年外科手术患者中的应用价值, 对比其与传统体表解剖定位法的临床效果、穿刺相关指标、并发症及患者满意度, 为老年人群椎管内麻醉的临床规范化应用提供参考依据。方法: 采用前瞻性随机对照研究, 纳入2024年12月~2026年3月于我院接受椎管内麻醉手术的老年患者66例, 按照随机数字表法分为超声辅助组(A组, 33例)与传统解剖定位组(B组, 33例)。A组采用低频凸阵探头行超声扫查定位椎间隙并标记后实施腰硬联合麻醉, B组依靠传统体表解剖标志定位完成穿刺操作。比较两组穿刺定位时间、总穿刺次数、穿刺成功时间、首次穿刺成功率、首个穿刺点成功率等核心穿刺指标; 统计神经异感、硬膜外意外穿破、术后头痛、腰痛、肢体麻木等麻醉相关并发症发生情况; 采用等级评分评价并对比两组患者麻醉满意度。结果: A组穿刺定位时间、总穿刺次数、穿刺成功时间均显著低于B组, 差异具有统计学意义($P < 0.001$); A组首次穿刺成功率、首个穿刺点成功率显著高于B组($P < 0.001$)。两组各类穿刺相关并发症发生率对比无明显差异($P > 0.05$)。患者满意度结果显示, A组满意度整体优于B组, 组间差异有统计学意义($P = 0.019$)。结论: 针对存在脊柱退行性改变、体表标志不清等解剖特点的老年手术患者, 超声辅助定位椎管内麻醉可实现可视化精准定位, 有效缩短麻醉操作时长、减少反复穿刺次数、大幅提升穿刺成功率, 且不会增加麻醉相关并发症, 同时能够减轻患者痛苦、提升就医体验, 操作简便、安全性高, 适合在老年患者麻醉中广泛推广使用。

关键词

超声辅助定位, 椎管内麻醉, 老年患者

Application of Ultrasound-Assisted Localization for Neuraxial Anesthesia in Elderly Patients Undergoing Surgery

Liu Yang*, Shigang Cheng, Xia Zheng#

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 杨柳, 程仕刚, 郑霞. 超声辅助定位椎管内麻醉技术在老年患者外科手术中的应用[J]. 临床个性化医学, 2026, 5(4): 214-222. DOI: 10.12677/jcpm.2026.54242

Abstract

Objective: To analyze the clinical application value of ultrasound-assisted localization for neuraxial anesthesia in elderly patients undergoing surgical procedures, and compare its clinical efficacy, puncture-related indicators, complications and patient satisfaction with the traditional surface anatomical localization method, so as to provide a reference for the standardized clinical application of neuraxial anesthesia in the elderly population. **Methods:** A prospective randomized controlled trial was conducted. A total of 66 elderly patients who received surgery under neuraxial anesthesia in our hospital from December 2024 to March 2026 were enrolled and divided into the ultrasound-assisted group (Group A, 33 cases) and the traditional anatomical localization group (Group B, 33 cases) by random number table. In Group A, a low-frequency convex array probe was used for ultrasound scanning to locate and mark the vertebral interspace before combined spinal-epidural anesthesia was performed. In Group B, puncture was completed relying on traditional surface anatomical landmarks. The core puncture indicators including localization time, total puncture attempts, successful puncture time, one-time success rate of puncture and success rate of the initial puncture site were compared between the two groups. The incidence of anesthesia-related complications such as paresthesia, accidental dural puncture, postoperative headache, lumbago and limb numbness was recorded. Patient satisfaction with anesthesia was evaluated by graded scoring and compared between the two groups. **Results:** The localization time, total puncture attempts and successful puncture time in Group A were significantly lower than those in Group B, with statistically significant differences ($P < 0.001$). The one-time success rate of puncture and success rate of the initial puncture site in Group A were markedly higher than those in Group B ($P < 0.001$). No significant difference was found in the incidence of various puncture-related complications between the two groups ($P > 0.05$). The overall patient satisfaction in Group A was superior to that in Group B, and the difference was statistically significant ($P = 0.019$). **Conclusion:** For elderly surgical patients complicated with spinal degenerative changes and unclear surface anatomical landmarks, ultrasound-assisted localization for neuraxial anesthesia realizes visualized and precise positioning. It can effectively shorten the operation duration, reduce repeated puncture attempts and greatly improve the puncture success rate, without increasing the risk of anesthesia-related complications. Meanwhile, it alleviates patients' discomfort and improves medical experience. With simple operation and high safety, this technique is worthy of wide clinical promotion in anesthesia for elderly patients.

Keywords

Ultrasound-Assisted Localization, Neuraxial Anesthesia, Elderly Patients

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着社会老龄化加剧，接受手术的老年患者比例显著上升。这类患者常合并多种基础疾病，生理储备功能下降，使得麻醉管理更具挑战性。椎管内麻醉因其对呼吸循环系统影响相对较小、术后并发症少、利于早期康复等优势，成为此类手术的重要选择。

然而,老年患者常伴有肥胖、水肿、脊柱侧弯、脊椎退行性变、强直性脊柱炎或脊椎后突畸形等解剖结构异常。这些病理改变导致传统体表解剖标志(如髂嵴最高点连线)与真实椎间隙的对应关系紊乱,显著降低了触诊定位穿刺点的准确性和可靠性。上述因素共同造成老年患者椎管内麻醉穿刺难度大、操作时间长、需反复调整穿刺路径。这不仅增加患者痛苦与焦虑,还可能引发神经异感、硬膜外血肿、意外穿破硬脊膜等并发症,严重时可因穿刺失败被迫更改麻醉方式,影响手术进程与患者安全。老年患者脊柱畸形、骨质增生会大幅降低传统触诊定位的精准度,穿刺相关并发症风险随之升高,这也是老年椎管内麻醉的主要安全隐患[1]。

如何提升老年患者椎管内麻醉的安全性与舒适性,成为亟待解决的临床难题。近年来,超声技术在围术期的应用日益广泛,已从中心静脉穿刺、神经阻滞扩展至椎管内麻醉领域。超声辅助定位技术为麻醉医师提供了“可视化”手段,可在穿刺前清晰显示椎板、黄韧带、硬膜外腔等关键结构,精准识别最佳穿刺间隙,预估皮肤至硬膜外腔深度,并规划最优进针路径[2]。

现有研究证实,超声辅助能显著提高老年患者椎管内麻醉的一次穿刺成功率,减少穿刺次数和操作时间。李宗师[3]等的前瞻性随机对照研究显示,与传统体表标志定位组相比,超声辅助组一次穿刺成功率及首个穿刺点成功率均显著提升,且麻醉操作总时间更短,患者满意度更高。

尽管如此,超声辅助技术在老年患者中的应用价值仍存争议。一方面,老年患者因骨质增生、钙化等因素,脊柱超声成像质量可能受限,影响定位准确性。另一方面,有观点认为实时超声引导可能更适用于年轻、肥胖或孕妇患者,而操作相对简便、对穿刺路径干扰较小的超声辅助定位技术,可能更适合解剖结构异常的老年群体[3][4]。此外,现有研究多聚焦于髋部骨折等特定手术,其结论能否推广至其他老年外科手术类型,尚需更多循证医学证据支持。目前国内相关研究多局限于单一术种,针对老年多系统外科手术的超声辅助麻醉研究仍较为匮乏[5]。

本研究旨在系统梳理与分析超声辅助定位椎管内麻醉技术在老年患者各类外科手术中的应用效果,重点评估其在提高穿刺成功率、缩短操作时间、降低并发症发生率及改善术后恢复质量方面的价值,为临床规范化应用与推广提供理论依据。同时进一步验证该技术在合并多种基础疾病、脊柱解剖异常老年群体中的安全性与实用性[6]。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

纳入标准:实施椎管内麻醉的外科手术患者,ASA $\leq$ III级,年龄 $\geq$ 60岁。

排除标准:拒绝参与试验的患者;急诊手术患者;术前合并痴呆等认知功能障碍疾病的患者;术前合并精神分裂症、抑郁症、癫痫等精神类疾病的患者;既往脑外伤、脑部手术和/或脑血管疾病史的患者;因语言、视力、听力等问题而无法交流或预计无法完成术后认知评估的患者;术前合并严重肝功能障碍的患者(Child-Pugh 分级 C 级);术前合并严重肾功能障碍的患者(需要透析治疗);术前合并心功能严重障碍的患者(NYHA 分级 3 级以上);术前腰椎手术史患者;术前凝血功能障碍的患者;穿刺部位有感染或肿瘤的患者;局麻药物过敏的患者。

根据纳入及排除标准,2024 年 12 月~2026 年 3 月期间实施椎管内麻醉老年病例 66 例进入本研究,椎管内麻醉均成功,无更改麻醉方式退出研究者。66 例通过 SPSS 软件生成随机数字,随机码放到按顺序、密封、不透光的信封中(随机隐藏),由指定专人负责管理,发放随机号随机分为 2 组:超声辅助组(A 组)和解剖定位组(B 组),每组 33 例。年龄 60~97 岁,平均 70 岁。男 43 例,女 23 例。2 组一般资料比较差异无显著性($P>0.05$),有可比性,见表 1。

Table 1. Comparison of general data between the two groups of patients [$\bar{x} \pm s, n (\%)$]
表 1. 两组患者一般资料比较[$\bar{x} \pm s, n (\%)$]

一般资料	A 组(n = 33)	B 组(n = 33)	统计量	P 值
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	71.000 $\pm$ 7.280	69.180 $\pm$ 7.380	t = 1.008	0.314
BMI (kg/m ²)	23.684 $\pm$ 3.613	24.1634 $\pm$ 3.689	t = 0.534	0.596
性别[n (%)]			$\chi^2 = 0.601$	0.438
男	20 (60.6%)	23 (69.7%)		
女	13 (39.4%)	10 (30.3%)		
合并脊柱疾病史[n (%)]			$\chi^2 = 0.878$	0.645
无脊柱病史	22 (66.7%)	20 (21.0%)		
脊柱侧弯	5 (15.2%)	8 (6.5%)		
腰椎间盘突出	6 (18.2%)	5 (5.5%)		
ASA 分级[n (%)]			$\chi^2 = 0.262$	0.609
II 级	20 (60.6%)	22 (66.7%)		
III 级	13 (39.4%)	11 (33.3%)		
合并症[n (%)]				
糖尿病	4 (12.1%)	6 (18.2%)	$\chi^2 = 0.118^b$	0.731 ^b
高血压	17 (51.5%)	14 (42.4%)	$\chi^2 = 0.547$	0.459
冠心病	8 (24.2%)	9 (27.3%)	$\chi^2 = 0.079$	0.778
慢性阻塞性肺气肿	7 (21.2%)	8 (24.2%)	$\chi^2 = 0.086$	0.769
棘突解剖定位分型[n (%)]			Z = -1.074	0.284
容易触及	54.5%	42.4%		
触摸不清	36.4%	48.5%		
触摸不到	9.1%	9.1%		
文化程度[n (%)]			Z = -0.624	0.533
文盲	6.1%	18.2%		
小学	45.5%	27.3%		
中学	18.2%	9.1%		
高中	18.2%	15.2%		
大学及以上	12.1%	30.3%		

注：b. 卡方检验连续性修；有序分类资料(棘突解剖定位分型、文化程度)采用 Mann-Whitney U 秩和检验。

2.2. 方法

所有参与操作的麻醉医师均熟练掌握椎管内麻醉操作及超声辅助椎管内麻醉技术。术前按照入排标准对患者进行筛选，与患者及家属沟通后签署知情同意书。

患者术前禁食、禁饮完善术前准备。入室后开放静脉通道，连接心电监护，监测无创血压(Non-Invasive

Blood Pressure, NIBP)、心电图(Electrocardiogram, ECG)、脉搏血氧饱和度(peripheral oxygen saturation, SPO₂)。准备好麻醉相关药品及血管活性药物: 盐酸罗哌卡因注射液(10 ml/100mg); 利多卡因(5 ml/0.1g); 阿托品(1 ml/0.5mg); 去甲肾上腺素(1 ml/2mg); 多巴胺(2.5 ml/50mg)。

椎管内麻醉穿刺操作前, 进行脊柱状态评估并分级(1 级: 容易触摸定位; 2 级: 触摸不清; 3 级: 触摸不到)。

2.2.1. A 组(超声辅助组)

患者侧卧位, 尽可能双膝屈曲贴近腹部。使用低频凸阵探头(2~5 MHz)。探头长轴与脊柱平行放置于棘突旁找到椎板水平(马头征), 向患者尾部移动探头找到高亮、平滑、连续的骶骨, 骶骨头侧第一个马头征为 L5 椎板, 两者之间位 L5/S1, 向头侧滑动计数找到 L3/4 或 L2/3 间隙, 调整探头位置及角度, 直至深面显示清晰高亮的“=”征, 并做好标记。接下来常规消毒铺巾后采用旁正中入路进行腰硬联合麻醉(用腰硬联合穿刺套件), 硬膜外针行穿刺操作, 穿破黄韧带后再用腰穿针穿破硬脊膜, 见有脑脊液流出, 缓慢注入局麻药(注药时间 ≥ 30 s), 退针后患者平卧位, 调整麻醉平面满足手术需求。

2.2.2. B 组(解剖定位组)

患者侧卧, 双膝屈曲贴近腹部, 触诊两侧髂嵴最高点连线, 确定 L3/4 棘突间隙作为穿刺点并做好标记。然后向患者尾部触诊棘突间隙至摸到骶骨, 确认间隙准确性。常规消毒铺巾后采用旁正中入路进行腰硬联合麻醉(用腰硬联合穿刺套件), 操作步骤同超声辅助定位组。

2.3. 观察指标

2.3.1. 主要结局指标

麻醉穿刺相关指标: 穿刺定位时间(解剖定位组指从操作者开始接触患者直至皮肤定位结束, 对于超声辅助定位组指探头放置在患者背部直至皮肤标记完成时间); 首次穿刺成功率(首次进针即到达目标腔隙蛛网膜下腔, 并顺利注入药物, 无需调整穿刺针方向或更换穿刺点); 首个穿刺点成功率(可调整硬膜外针方向但不完全拔出皮肤); 总穿刺次数(硬膜外针完全退出皮肤再次进入为 1 次); 穿刺成功时间(皮肤局麻至开始推注腰麻药物的时间)。阻滞起效时间。

2.3.2. 次要观察指标

椎管内麻醉相关并发症指标: 穿刺时的神经异感; 硬膜外针意外穿破硬脊膜, 术后头痛、腰痛, 神经相关损伤。

患者满意度评分: 调查患者满意度(分为非常不满意、不满意、一般、满意、非常满意)。

2.4. 统计分析

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料: Kolmogorov-Smirnov 检验评估正态性, 符合正态分布者以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布计量资料以中位数(四分位数) M (P₂₅, P₇₅)表示, 有序分类等级资料以例数(百分比) n (%)表示, 组间比较均采用 Mann-Whitney U 秩和检验。计数资料以例数(百分比) n (%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验, 理论频数过小时, 采用连续性校正 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。所有检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患者穿刺相关指标的比较

两组患者穿刺相关指标比较结果显示: A 组穿刺定位时间、总穿刺次数、穿刺成功时间均显著低于

B 组(P 均<0.001); A 组首次穿刺成功率、首个穿刺点成功率均显著高于 B 组(P < 0.001), 提示超声辅助定位可显著提高穿刺效率与成功率, 见表 2。

Table 2. Comparison of puncture-related indicators between the two groups of patients [n = 33, n (%)]

表 2. 两组患者穿刺相关指标的比较[n = 33, n (%)]

指标	A 组(n = 33)	B 组(n = 33)	统计量	P 值
穿刺定位时间(S)	35 (21, 61)	101 (92, 133.5)	Z = -6.111	<0.001
首次穿刺成功率(%)	84.8% (28/33)	36.4% (12/33)	$\chi^2 = 16.246$	<0.001
首个穿刺点成功率(%)	90.9% (30/33)	39.4% (13/33)	$\chi^2 = 19.286$	<0.001
总穿刺次数(次)	1 (1, 1)	2 (2, 2.5)	Z = -6.966	<0.001
穿刺成功时间(s)	175 (127, 261.5)	517 (366, 702.5)	Z = -6.482	<0.001

注: 计量资料以中位数(四分位数) M (P₂₅, P₇₅)表示, 采用 Mann-Whitney U 秩和检验; 计数资料以例数(百分比) n (%)表示, 采用 χ^2 检验。

3.2. 两组患者穿刺相关并发症

两组患者穿刺相关并发症发生率比较, 神经异感、硬膜外针意外穿透硬脊膜、腰痛、头痛及术后肢体麻木异感发生率差异均无统计学意义(P > 0.05), 见表 3。

Table 3. Comparison of puncture-related complications between the two groups of patients [n = 33, n (%)]

表 3. 两组患者穿刺相关并发症比较[n = 33, n (%)]

指标	A 组(n = 33)	B 组(n = 33)	χ^2	P 值
神经异感	2 (6.1%)	4 (12.1%)	0.183	0.669 ^b
硬膜外针意外穿透硬脊膜	0 (0.0%)	2 (6.1%)	0.516	0.473 ^b
腰痛	1 (3%)	3 (9.1%)	0.266	0.606 ^b
头痛	0 (0.0%)	3 (9.1%)	1.397	0.237 ^b
术后肢体麻木异感	1 (3%)	2 (6.1%)	0.000	1.000 ^b

注: b 为卡方检验连续性修正(n ≥ 40 且 1 ≤ T < 5 时采用)。

3.3. 患者满意度比较

两组患者满意度分布显示, A 组“非常满意”28 例, “满意”5 例, 无一般及以下评价; B 组“非常满意”20 例, “满意”9 例, “一般”3 例, “非常不满意”1 例。采用 Mann-Whitney U 秩和检验, 两组满意度分布差异有统计学意义(U = 402.500, Z = -2.340, P = 0.019), A 组整体满意度高于 B 组, 如表 4。

Table 4. Comparison of satisfaction between the two groups of patients (n = 33, mean rank)

表 4. 两组患者满意度比较(n = 33, 秩平均值)

	A 组(n = 33)	B 组(n = 33)
非常满意	28	20
满意	5	9

续表

一般	0	3
不满意	0	0
非常不满意	0	1
秩平均值	37.8	29.2
Z 值	-2.340	
P 值	0.019	

注：有序分类资料采用 Mann-Whitney U 秩和检验。

4. 讨论

老年外科手术患者多伴随生理机能衰退、脊柱退行性改变、骨质增生、脊柱侧弯及软组织松弛水肿等解剖异常，常合并高血压、糖尿病、冠心病、慢性阻塞性肺疾病等多种基础疾病，生理储备与应激调节能力显著下降，给椎管内麻醉穿刺操作及围术期管理带来极大挑战。传统椎管内麻醉主要依靠髂嵴最高点连线、棘突间隙等体表解剖标志进行盲法定位，但老年患者脊柱生理曲度改变、棘突钙化粘连、体表标志模糊甚至消失，导致体表标志与实际椎间隙解剖对应关系发生偏移，穿刺盲目性大、定位误差高。反复多次穿刺不仅延长麻醉操作时间，增加患者疼痛、紧张与焦虑体验，还易诱发神经异感、硬膜外意外穿破、术后头痛腰痛等并发症，严重时可能因穿刺失败被迫更改麻醉方式，干扰手术进程并危及患者围术期安全。因此，寻找一种精准、高效、安全的定位方式，优化老年患者椎管内麻醉穿刺流程，已成为临床麻醉亟待解决的现实问题。

本研究结果显示，超声辅助定位组穿刺定位时间、总穿刺次数及穿刺成功时间均明显短于解剖定位组，组间差异具有显著统计学意义($P < 0.001$)；超声辅助组首次穿刺成功率、首个穿刺点成功率分别达 84.8%、90.9%，显著高于传统解剖定位组的 36.4%、39.4%，与李宗师等[3]国内同类前瞻性研究结果一致。多项系统评价与网状 Meta 分析也证实，超声定位可全面优化椎管内麻醉穿刺相关指标，在老年高危人群中优势更为突出[7]。多项循证医学研究证实，对于存在脊柱退变、肥胖、体表标志不清的老年患者，超声辅助定位可使椎管内麻醉一次穿刺成功率提升 30%~45%，明显减少穿刺调整次数与整体操作耗时[8]。究其原因，本研究采用 2~5 MHz 低频凸阵探头，经棘突旁矢状长轴切面可清晰识别骶骨强回声、椎板“马头征”及黄韧带与硬膜外腔形成的“等号征”，通过自上而下计数椎间隙，可精准锁定 L_{2/3}、L_{3/4} 最佳穿刺节段，同时预先测量皮肤至硬膜外腔深度、规划旁正中最优进针角度与路径，实现穿刺前可视化定位，从源头规避老年脊柱解剖变异带来的定位偏差[9] [10]。相较于传统体表触诊高度依赖个人临床经验、主观性强、容错率低的缺陷，超声辅助定位标准化、可视化特征突出，可弱化操作者经验差异，降低老年困难椎管穿刺的操作难度[11]。

在并发症方面，本研究两组神经异感、硬膜外针意外穿破硬脊膜、术后头痛、腰痛及肢体麻木异感发生率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)，但超声辅助组各项并发症绝对发生例数均少于解剖定位组。传统盲探穿刺因进针角度盲目、针尖易偏离中线，反复试探极易刺激神经根或刺破硬膜囊，是引发神经异感、硬膜外穿破及术后腰麻后头痛的重要诱因。超声提前预判椎管解剖结构，可引导针尖沿安全间隙进针，减少对棘上韧带、棘间韧带及神经根的反复机械性损伤，理论上可降低穿刺相关并发症发生率。本研究组间差异未达到统计学水平，考虑与单中心样本量偏小、纳入病例整体基础状况相对平稳、操作者均具备成熟穿刺经验有关，后续可扩大样本量并开展多中心研究，进一步验证超声辅助定位在降低远期腰背慢性疼痛、神经遗留症状方面的优势。

患者满意度是衡量舒适化麻醉服务质量的重要主观评价指标。本研究有序秩和检验结果显示, 超声辅助组患者满意度秩平均值显著高于解剖定位组($Z=-2.340, P=0.019$), 超声组全部集中于满意及非常满意等级, 无一般、不满意病例; 而传统解剖定位组存在 3 例一般、1 例非常不满意病例。老年患者痛阈敏感、心理耐受度差, 多次穿刺带来的酸胀疼痛、体位维持不适及未知操作带来的恐惧感, 会明显降低就医体验。超声辅助定位大幅缩短定位与穿刺耗时、减少进针次数, 减轻术中躯体痛苦; 同时可视化操作模式可提升患者信任感与安全感, 契合加速康复外科理念下老年患者舒适化医疗与人文关怀的要求。

现阶段超声辅助定位在老年椎管内麻醉临床应用中仍存在部分争议。有学者提出, 老年患者脊柱骨质严重增生、韧带广泛钙化可造成超声声窗衰减、成像清晰度下降, 可能影响椎间隙辨识与定位准确性。但本研究采用旁正中斜矢状扫查联合骶骨标志定位计数法, 可有效规避棘突骨质遮挡, 避开正中钙化结构干扰, 清晰显示目标椎间隙及黄韧带、硬膜外腔层次, 成像质量完全满足临床定位需求, 与 Chin 等^[12]推荐的老年脊柱超声标准化扫查策略相符。另有观点认为实时超声引导学习曲线较长、基层推广受限, 而本研究采用的术前超声标记辅助定位模式, 无需术中实时全程控针, 操作流程简便、易于培训、对设备及操作门槛要求更低, 更适合解剖结构异常的老年群体及各级医院常规开展^[13]。此外, 现有文献多局限于老年髋部骨折、股骨头置换等骨科手术, 本研究纳入多系统老年外科手术病例, 证实超声辅助定位适用范围更广, 具备跨专科推广价值。

本研究仍存在一定局限性: 本研究为单中心、小样本前瞻性随机对照研究, 样本量仅 66 例, 缺乏多中心大样本数据支撑; 尤其对次要结局指标——如并发症发生率(神经异感、硬膜外意外穿破等)及患者满意度的检验效能严重不足。例如, B 组硬膜外针意外穿破硬脊膜发生率为 6.1% (2/33), 而 A 组为 0% (0/33), 虽 P 值 > 0.05 , 但受限于样本量, 该差异极可能因统计学效能不足而未能检出真实临床差异; 同样, 满意度虽达统计学显著性($P=0.019$), 但其效应量(rank-biserial correlation $r \approx 0.29$)属中等偏弱, 且未设盲的设计使评估者(麻醉医师)在记录并发症及引导患者填写满意度问卷时存在潜在主观倾向性, 可能系统性低估 B 组不适体验或高估 A 组获益, 构成重要方法学偏倚。观察指标集中于术中穿刺相关指标及术后短期并发症与满意度。未纳入患者操作过程中的动态疼痛体验(如视觉模拟评分 VAS)、麻醉医生对穿刺难度的标准化主观评分, 亦未对术后 3 个月、6 个月及 1 年慢性腰痛发生率、功能障碍及生活质量等远期结局进行结构化随访, 难以全面评估该技术对老年患者长期健康结局的影响。后续将开展多中心、大样本、前瞻性、评估者设盲的随机对照试验(RCT)。观察指标除传统穿刺指标外, 须同步纳入: ① 患者穿刺全程 VAS 动态评分; ② 麻醉医师独立完成的穿刺难度主观评分(含进针阻力、路径调整频次、解剖辨识清晰度); ③ 术后 1 年慢性腰痛及神经症状的标准化随访。为老年椎管内麻醉超声辅助定位提供循证应用指南。

综上所述, 超声辅助定位椎管内麻醉应用于老年外科手术患者, 可精准辨识椎间隙解剖结构, 显著提高首次穿刺及单点穿刺成功率, 缩短定位时间与麻醉操作时长, 减少不必要反复穿刺。现有证据未显示其增加穿刺相关并发症风险, 且患者主观舒适度与满意度得到改善。对于存在脊柱退行性变、体表标志不清、肥胖及脊柱畸形等困难穿刺高危老年患者, 超声辅助定位椎管内麻醉展现出良好的可行性与初步安全性, 其临床推广价值需待更高强度循证研究进一步确证。

5. 结论

针对存在脊柱退行性改变、体表标志不清等解剖特点的老年手术患者, 超声辅助定位椎管内麻醉可实现可视化精准定位, 有效缩短麻醉操作时长、减少反复穿刺次数、大幅提升穿刺成功率; 现有数据提示其不增加短期穿刺相关并发症风险, 并有助于提升患者满意度。然而, 受制于本研究样本量有限及未设盲的设计, 其对远期安全性(如慢性腰痛)及操作者主观体验的全面评价可能存在偏倚。该技术在老年患

者中的优化应用与广泛推广, 亟待多中心、大样本、设盲的高质量随机对照试验证实。

声 明

本研究为前瞻性随机对照研究, 经重庆医科大学附属永川医院伦理委员会批准(伦理批文号: 2024EC0111)所有患者及家属签署知情同意书。

基金项目

2024 重庆市永川区科技局项目(2024yc-cxfz30037)。

参考文献

- [1] 何利方, 徐建飞, 鲁华荣, 等. 超声辅助定位和传统体表标志定位椎管麻醉在下肢手术老年患者中的效果比较[J]. 全科医学临床与教育, 2022, 20(9): 805-809.
- [2] 李印玉, 杨立峰, 谢金山, 等. 超声辅助定位椎管内穿刺技术在老年股骨头置换术椎管内麻醉临床应用观察[J]. 海南医学, 2025, 36(22): 3282-3287.
- [3] 李宗师, 康志宇, 尤文阳, 等. 超声辅助定位在老年髋部骨折患者椎管内麻醉中的应用: 前瞻性随机对照研究[J]. 中国微创外科杂志, 2025, 25(1): 1-7.
- [4] 邱松, 陈瑶, 熊婷. 超声辅助下椎管内麻醉在肥胖产妇无痛分娩的应用研究[J]. 哈尔滨医药, 2026, 46(2): 75-77.
- [5] Pozza, D.H., Tavares, I., Cruz, C.D. and Fonseca, S. (2023) Spinal Cord Injury and Complications Related to Neuraxial Anaesthesia Procedures: A Systematic Review. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article 4665. <https://doi.org/10.3390/ijms24054665>
- [6] Liu, Y., Li, H., Bi, J., Lu, C., Li, W., Chai, X., *et al.* (2025) Comparison of Anesthetic Effects of Spinal Anesthesia at L5-S1 and L3-4 under Real-Time Ultrasound Guidance in Total Knee Arthroplasty: A Single Center Randomized Controlled Trial. *BMC Anesthesiology*, **26**, Article No. 17. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03483-3>
- [7] Zhang, Y., Peng, M., Wei, J., Huang, J., Ma, W. and Li, Y. (2023) Comparison of Ultrasound-Guided and Traditional Localisation in Intraspinal Anesthesia: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *BMJ Open*, **13**, e071253. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-071253>
- [8] 张丽. 超声引导定位椎管内麻醉对肥胖剖宫产产妇腰椎间隙穿刺情况及血流动力学水平的影响[J]. 河南外科学杂志, 2025, 31(5): 116-118.
- [9] Pakpirom, J., Thatsanapornsathit, K., Kovitwanawong, N., Petsakul, S., Benjhawaleemas, P., Narunart, K., *et al.* (2022) Real-Time Ultrasound-Guided versus Anatomic Landmark-Based Thoracic Epidural Placement: A Prospective, Randomized, Superiority Trial. *BMC Anesthesiology*, **22**, Article No. 198. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01730-5>
- [10] Jiang, L., Zhang, F., Wei, N., Lv, J., Chen, W. and Dai, Z. (2020) Could Preprocedural Ultrasound Increase the First-Pass Success Rate of Neuraxial Anesthesia in Obstetrics? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Anesthesia*, **34**, 434-444. <https://doi.org/10.1007/s00540-020-02750-6>
- [11] 刘晓明. 超声辅助定位椎管内穿刺技术在老年手术患者蛛网膜下腔阻滞麻醉中的应用[J]. 现代医用影像学, 2025, 34(6): 1156-1158+1163.
- [12] Chin, K.J. (2018) Recent Developments in Ultrasound Imaging for Neuraxial Blockade. *Current Opinion in Anaesthesiology*, **31**, 608-613. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000000634>
- [13] 陈璐莹. 超声辅助定位与实时引导椎管内麻醉在老年髋部骨折患者中的对比研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2021.