

超声介入引导在微创手术中的精准定位价值研究

孙嘉慕, 肖巍巍*

中国人民解放军联勤保障部队第九七〇医院, 山东 烟台 264002

DOI:10.61369/MRP.2025090003

摘要: 随着微创外科理念的深化, 超声介入引导凭借实时、无辐射、动态可视化等优势, 成为微创手术精准定位的核心技术。本文系统探讨其精准定位价值, 从技术原理、临床优势及实践意义三方面展开。超声通过高频探头实时成像、多平面观察及血流监测, 实现毫米级空间定位; 结合微创手术需求, 显著减少组织损伤、提高靶点命中率并降低并发症风险。与传统 CT、X线相比, 超声在实时性、安全性及操作灵活性上更具优势。研究表明, 超声介入引导不仅是微创手术精准化的关键技术支撑, 更为个性化医疗提供精准导航, 具有重要临床推广价值。

关键词: 超声介入引导; 微创手术; 精准定位; 价值研究

Study on the Value of Ultrasound-guided Intervention In Precise Positioning of Minimally Invasive Surgery

Sun Jiamu, Xiao Weiwei*

970th Hospital of the PLA Joint Logistic Support Force, Yantai, Shandong 264002

Abstract: With the advancement of minimally invasive surgical concepts, ultrasound-guided interventional techniques have emerged as a cornerstone for precise localization in minimally invasive procedures, leveraging real-time imaging, radiation-free operation, and dynamic visualization. This paper systematically examines their value in precision positioning through three dimensions: technical principles, clinical advantages, and practical significance. By utilizing high-frequency probes for real-time imaging, multi-plane observation, and blood flow monitoring, ultrasound achieves millimeter-level spatial accuracy. Aligned with minimally invasive requirements, these techniques significantly reduce tissue damage, enhance target engagement rates, and minimize complication risks. Compared to traditional CT and X-ray imaging, ultrasound demonstrates superior real-time performance, enhanced safety, and operational flexibility. Research indicates that ultrasound-guided interventional techniques not only serve as a critical technical foundation for precision minimally invasive surgery but also provide precise navigation for personalized medicine, demonstrating substantial clinical promotion value.

Keywords: ultrasound interventional guidance; minimally invasive surgery; precise positioning; value research

前言

微创外科作为21世纪外科发展的重要方向, 其核心在于通过最小创伤实现最佳治疗效果。超声介入引导技术凭借高频探头(5-20MHz)的高分辨率成像、实时动态观察及多平面调整能力, 已成为微创手术精准定位的关键技术。与传统定位方法相比, 超声技术具有无辐射、实时可视化、可跟踪器械路径等优势, 能显著降低主观误差。本文系统探讨超声介入引导在微创手术中的精准定位价值, 从技术原理到临床应用进行全面分析, 为推进微创外科精准化发展提供理论依据。研究表明, 该技术能有效提高手术精确度, 减少并发症, 在肿瘤消融、神经阻滞等领域展现出显著临床价值。

一、超声介入引导的技术原理与精准定位基础

超声介入引导的核心是通过高频声波反射成像, 实时显示手术区域的解剖结构及器械位置。其精准定位能力主要依赖三大技术特性:

术特性:

(一) 高频探头与高分辨率成像

现代超声设备配备的高频线阵探头可清晰显示毫米级微小结构的神经纤维, 对浅表器官及深部实质脏器的界面分辨能力显著

作者简介: 孙嘉慕(1987.09-), 男, 辽宁东港人, 本科, 主治医师, 研究方向: 超声介入;

通讯作者: 肖巍巍(1978.01-), 女, 江苏建湖人, 本科, 副主任医师, 研究方向: 肌骨超声、浅表组织超声。

优于传统低频探头。例如，在甲状腺结节消融术中，高频超声可清晰区分结节与周围正常腺体的边界，甚至识别结节内部的囊性/实性成分差异，为穿刺针的精准置入提供解剖学基础。这种高分辨率特性使得医生能够在手术中精确地定位到微小的病变组织，为后续的精准确治疗提供了可靠的依据^[1]。

（二）实时动态可视化

与CT、MRI等断层成像的“静态快照”不同，超声介入引导可实现术中实时连续成像——手术器械（如穿刺针、消融电极）在组织内的移动路径被同步投射至超声图像，术者可通过调整探头角度动态观察器械与靶点、周围血管或神经的空间关系。这种“边操作边观察”的模式，能够实时纠正器械偏移，确保最终命中靶点的准确性。在手术过程中，医生可以根据实时成像及时调整操作策略，避免因器械位置偏差导致的手术失误，大大提高了手术的安全性和有效性^[2]。

（三）多模态信息整合

除组织结构成像外，超声还可通过彩色多普勒技术显示血流信号、弹性成像评估组织硬度、超声造影增强微循环显示，多维度信息整合进一步提升了定位的精准性。例如，在肝癌射频消融术中，超声造影可明确肿瘤的实际边界，弥补常规超声对微小病灶的显示不足，为消融针的布针位置提供更精准的指导。通过综合多种模态信息，医生能够更全面地了解病变组织及其周围环境，从而实现更加精准的定位和治疗。

二、超声介入引导在微创手术中的精准定位价值体现

（一）减少正常组织损伤，契合微创核心目标

微创手术的本质是通过最小化手术创伤实现治疗目的，而精准定位是减少正常组织误伤的关键。超声介入引导通过实时显示靶点与周围重要结构的空間关系，帮助术者规划最优穿刺路径。例如，在经皮肾镜取石术中，超声可清晰识别肾盏、肾盂与邻近肠道、脾脏的位置关系，引导穿刺针经“安全三角”进入目标肾盏，避免损伤胸膜、肠管等重要结构；在周围神经阻滞麻醉中，高频超声可显示神经束与周围血管的毗邻关系，引导穿刺针精准靠近神经但避开血管，既保证麻醉效果又降低局部血肿风险^[3]。

在经皮肾镜取石术中，传统方法可能因对周围组织结构判断不准确而导致穿刺针误伤胸膜、肠管等重要结构，给患者带来额外的痛苦和风险。而超声介入引导能够清晰地呈现肾盏、肾盂与周围组织的空间关系，医生可以根据实时图像准确地选择穿刺路径，避开危险区域，从而减少正常组织的损伤。在周围神经阻滞麻醉中，超声引导可以精准地定位神经束，避开周围的血管，避免因误穿血管导致的局部血肿，既保证了麻醉的效果，又提高了手术的安全性。

（二）提高靶点命中率，确保治疗效果

微创手术的有效性依赖于治疗器械（如消融针、药物注射针）对靶点（肿瘤、囊肿、病变组织）的精确作用。传统触诊或术前标记易受组织变形、呼吸运动等因素干扰，导致靶点偏移；而超声介入引导通过实时跟踪器械路径，可将靶点命中误差控制在1-2mm范围内。例如，在甲状腺良性结节酒精消融术中，超声引导下穿刺针可直接抵达结节中心，确保酒精均匀分布于病变组织，避免因误穿正常腺体导致的甲状腺功能损伤；在肝脓肿引

流术中，超声可清晰显示脓腔与周围肝组织的液化区域边界，引导引流管精准置入脓腔最低点，提高引流效率。

在甲状腺良性结节酒精消融术中，若靶点定位不准确，酒精可能误入正常腺体，导致甲状腺功能受损，影响患者的身体健康。而超声介入引导能够精确地将穿刺针引导至结节中心，使酒精均匀地作用于病变组织，既保证了治疗效果，又避免了对正常组织的损伤。在肝脓肿引流术中，准确的引流管置入位置能够提高引流效率，促进脓腔的愈合，减少患者的康复时间。

（三）降低并发症风险，提升手术安全性

微创手术的并发症（如出血、感染、器官损伤）常与定位不准直接相关。超声介入引导通过提前识别高风险结构（如大血管、胆管），帮助术者规避危险区域^[4]。例如，在胸腔积液引流术中，超声可实时观察胸膜腔积液量及膈肌位置，避免引流管误入腹腔或损伤肺组织。此外，对于特殊人群，超声的软组织分辨优势更为突出——肥胖患者的皮下脂肪层虽可能影响CT成像质量，但超声可通过高频探头穿透浅层脂肪，清晰显示深层靶点，减少因成像不清导致的定位误差。

在经皮肝穿刺活检中，传统盲穿方法由于无法实时观察周围血管情况，容易导致穿刺针误伤大血管，引起出血等并发症。而超声介入引导能够清晰地显示肝内血管的走行，医生可以根据实时图像准确地避开大血管，将穿刺针引导至安全的穿刺路径，大大降低了出血并发症的发生率^[5]。在胸腔积液引流术中，超声实时观察胸膜腔积液量及膈肌位置，能够确保引流管准确地置入胸膜腔，避免误入腹腔或损伤肺组织，提高了手术的安全性。对于儿童和肥胖患者，超声的软组织分辨优势能够克服传统成像技术的局限性，为这些特殊人群提供更加精准的手术定位。

三、超声介入引导与传统定位技术的对比优势

与CT、X线等传统定位技术相比，超声介入引导在微创手术中的精准定位价值更具临床实用性：

（一）实时性

首先，实时性是超声的核心优势。CT需术前完成扫描并重建图像，术中无法动态调整；而超声可在手术全程实时显示器械路径，及时纠正偏差。例如，在急诊肝脾破裂介入栓塞术中，超声可快速定位出血点并引导导管精准栓塞，为抢救争取时间。在急诊手术中，超声介入引导能够实时显示手术区域的解剖结构和器械路径，医生可以根据实时情况及时调整操作，快速定位出血点并进行精准栓塞，为患者的生命安全争取了宝贵的时间。

（二）无辐射安全性

无辐射安全性更适合特殊场景。CT依赖X射线成像，多次扫描可能增加患者辐射暴露风险；而超声无电离辐射，可反复操作。超声介入引导的无辐射特性使得在这些特殊场景下能够更加安全地进行手术定位，减少了对患者的潜在风险，符合微创手术减少附加损伤的理念。

（三）操作灵活性与经济性

操作灵活性与经济性更优。超声设备便携性强；且检查费用显著低于CT/MRI，降低了患者的经济负担，尤其适用于基层医院或资源受限环境。在一些基层医院或资源受限的环境中，可能缺乏大型的CT或MRI设备，或者患者由于经济原因无法承担昂

贵的检查费用。超声设备的便携性和较低的检查费用使得超声介入引导在这些场景下具有更大的优势，能够为更多的患者提供精准的手术定位服务^[6]。

四、超声介入引导在不同微创手术领域的具体应用及价值细化

（一）浅表器官微创手术中的应用

在浅表器官如甲状腺、乳腺的微创手术中，超声介入引导发挥着至关重要的作用。甲状腺结节是临床上常见的疾病，对于良性结节的治疗，超声介入引导下的酒精消融术是一种有效的治疗方法。高频超声能够清晰地显示甲状腺结节的大小、形态、边界以及与周围正常腺体的关系，甚至可以观察到结节内部的囊性/实性成分差异。医生可以根据这些信息，精确地将穿刺针引导至结节中心，确保酒精能够均匀地分布于病变组织，达到治疗的目的，同时避免对正常腺体造成损伤^[7]。在乳腺病变的微创手术中，超声介入引导同样具有显著优势。高频超声可以清晰地显示乳腺组织的层次结构，准确地定位乳腺结节或肿块的位置。对于一些需要进行穿刺活检或微创切除的病变，超声介入引导能够帮助医生避开重要的血管和神经，选择最佳的穿刺路径，提高手术的安全性和有效性^[8]。

（二）深部脏器微创手术中的应用

在深部脏器如肝脏、肾脏的微创手术中，超声介入引导的价值也不可忽视。在肝癌的治疗中，射频消融术是一种常用的治疗方法。超声介入引导能够通过超声造影等技术，清晰地显示肿瘤的实际边界，尤其是对于乏血供的小病灶，能够弥补常规超声显示不足的问题。医生可以根据超声引导，精确地将消融针布针于肿瘤组织内，确保消融范围能够完全覆盖肿瘤，同时避免对周围正常肝组织造成过度损伤。

（三）特殊部位微创手术中的应用

在一些特殊部位的微创手术中，如脊柱、颅脑等，超声介入引导也具有独特的应用价值。在脊柱微创手术中，超声介入引导能够帮助医生清晰地显示脊柱的解剖结构，准确地定位椎间盘、神经根等部位。对于一些需要进行椎间盘穿刺、神经根阻滞等手术的患者，超声介入引导能够帮助医生避开重要的血管和神经，选择最佳的穿刺路径，提高手术的精准性和安全性。

五、超声介入引导在微创手术中精准定位的未来发展趋势

（一）技术融合与创新

未来，超声介入引导将与新兴的影像技术如融合成像、导航系统等联合应用。融合成像技术可以将超声图像与其他影像学图像（如CT、MRI）进行融合，充分发挥不同影像技术的优势，提供更加全面、准确的解剖信息。导航系统则可以根据超声引导的实时信息，为手术器械提供精确的导航，进一步提高手术的精准度^[9]。

（二）设备性能提升

随着科技的不断进步，超声设备的性能将不断提升。高频探头的分辨率将进一步提高，能够显示更加微小的结构和病变。多模态成像技术将更加成熟，除了现有的彩色多普勒、弹性成像、超声造影等技术外，还可能出现新的成像模式，为医生提供更多维度的信息。设备的便携性和操作便捷性也将得到进一步改善，使得超声介入引导能够在更多的场景下得到应用，包括基层医疗单位和急诊现场。

（三）临床应用拓展

超声介入引导的应用范围将不断拓展。除了目前在甲状腺、乳腺、肝脏、肾脏等常见器官和部位的微创手术中应用外，还将在更多的领域得到应用，如心血管疾病的介入治疗、肿瘤的精准治疗等^[10]。随着对疾病认识的不断深入和手术技术的不断发展，超声介入引导将在个性化医疗中发挥更加重要的作用，为患者提供更加精准、个性化的治疗方案。

六、结论

超声介入引导通过高频成像、实时动态可视化及多模态信息整合，为微创手术提供了毫米级精度的靶点定位能力，在减少正常组织损伤、提高靶点命中率、降低并发症风险等方面具有不可替代的价值。与传统定位技术相比，超声介入引导在实时性、安全性及操作灵活性上具有显著优势。随着技术的不断发展和创新，超声介入引导不仅是微创手术精准化发展的关键技术支撑，更为个性化医疗提供了影像学层面的精准导航，具有显著的临床推广意义。未来，随着技术融合、设备性能提升和临床应用拓展，超声介入引导在微创手术中的应用将更加广泛和深入，为患者带来更好的治疗效果和生活质量。

参考文献

- [1] 钱林学. 超声引导下射频及微波消融在甲状腺结节治疗中的应用 [J]. 中华医学超声杂志 (电子版), 2013, 10(11): 1-4.
- [2] 李成. 超声介入: 微创手术的新选择 [J]. 人人健康, 2024, (21): 19.
- [3] 刘毅. 超声介入引导下的微创手术: 如何减少患者的痛苦和恢复时间 [J]. 健康必读, 2024, (26): 30+32.
- [4] 张坤. 超声介入治疗让手术变得更安全、更有效 [J]. 家庭生活指南, 2025, 41(07): 188-189.
- [5] 索朗, 米多, 扎罗, 等. 超声引导下经皮肝穿刺活检的临床意义 [J]. 西藏医药杂志, 1998, (01): 24-25.
- [6] 吕海茹. 小“针”大“治”——超声介入“针”功夫 [J]. 家庭科学, 2025, (07): 10-11.
- [7] 俞丽云, 林礼务. 介入性超声的临床护理价值探讨 [J]. 福建医药杂志, 2001, (02): 128-129.
- [8] 马苏亚. 超声介入在临床上的应用现状 [J]. 现代实用医学, 2015, 27(03): 282-284.
- [9] 游国超. 超声引导介入在临床介入中的应用体会 [J]. 中国伤残医学, 2013, 21(11): 290-291.
- [10] 吴利娟. 超声介入治疗的临床价值评价 [J]. 中国实用医药, 2013, 8(03): 114-115.