

超声引导下外周静脉留置针穿刺术的研究进展

刘萍萍, 宋琦

(南昌大学第一附属医院 肿瘤医学中心, 江西 南昌, 330000)

摘要: 超声引导下外周静脉留置针置管技术逐渐成为临床专业人员必备的基本技能。与传统盲穿相比, 该技术依托超声的动态、实时可视化优势, 有助于提升一次穿刺成功率, 降低血肿、误穿动脉等并发症发生率, 提高患者舒适度与满意度。鉴于超声引导涵盖长轴、短轴、静态与动态等多种操作路径, 其规范实施要求操作者对其原理、适应证、设备参数及流程细节具备系统认知。本综述旨在以循证依据为基础, 提炼简明和可操作的实践要点, 阐述当前公认的最佳技术方案与质量控制措施, 为超声引导下外周静脉留置针置管技术的临床推广与标准化应用提供参考。

关键词: 超声引导; 外周静脉留置针; 穿刺困难; 静脉穿刺

中图分类号: R 472.9 文献标志码: A 文章编号: 2709-1961(2025)08-0133-07

Progress in ultrasound-guided peripheral venous catheters puncture techniques

LIU Pingping, SONG Qi

(Department of Oncology, First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330000)

ABSTRACT: The use of ultrasound-guided peripheral venous catheterization technique in patients with difficult peripheral venous access has gradually become a basic skill for all professional healthcare providers. Compared to the traditional blind puncture method, ultrasound guidance significantly increases the success rate of peripheral venous catheterization due to its dynamic and real-time visualization of blood vessels, reduces related complications, and enhances patient satisfaction. There are various methods of ultrasound guidance, and to master and effectively perform this technique, a comprehensive understanding of it is required. The purpose of this review is to provide concise and practical information to help clinical healthcare providers understand this technique, with a focus on introducing best practices and methods for its application, thereby offering references for its clinical promotion and application.

KEY WORDS: ultrasound guidance; peripheral venous catheter; difficult venous access; venipuncture

外周静脉留置针穿刺置管是目前医院内最常见的侵入性操作之一^[1-3], 广泛用于液体、药物及血液制品的输注, 是急诊和重症监护等情境下实现快速救治的关键环节^[4]。然而, 该操作的成功率高度依赖操作者的临床经验与技术水平。虽然临床护士可通过评估静脉的可视性与可触及性, 并辅以静脉刺激、肢体定位、止血带等技术提升置

管成功率, 但患者自身外周静脉条件仍是决定性因素。肥胖、水肿、化疗等因素常导致外周静脉塌陷或走行隐匿, 显著增加穿刺难度^[5]。对于外周穿刺困难的患者, 传统方法往往需反复尝试, 或者采用中心静脉置管(CVC)等抢救性技术^[6], 不仅延长救治时间、加重患者痛苦, 还可能因延误给药而影响预后。

收稿日期: 2025-07-22

基金项目: 中华医学会杂志社护理学科研究课题(CMAPH-NRI2022015);

江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ2200223);

2023年度江西省卫生健康委科技计划项目(202310339)

通信作者: 宋琦, E-mail: xinzhui36@163.com

近年来,床旁超声凭借其动态、实时、可视化的优势,为外周静脉穿刺提供了新的解决方案。研究^[7]显示,超声引导有助于提高外周静脉留置针穿刺成功率,避免不必要的中心静脉导管置入,并降低相关并发症发生率,同时提升患者满意度。鉴于该技术在提升外周静脉置管质量中的明确获益,系统掌握并规范应用超声引导已成为各专业人员医护人员必备能力。本综述旨在整合当前最佳证据,围绕超声引导下外周静脉留置针穿刺的适应证、设备选择、操作流程等方面,提出简明、可操作的最佳实践建议,为临床一线安全、高效地推广该技术提供循证依据和实用参考。

1 超声引导下外周静脉留置针穿刺技术概述

1.1 溯源

超声引导导管置入的历史可追溯至 20 世纪 90 年代初^[8-16]。既往研究证实,在中心静脉通路建立中引入超声引导可显著提升置管成功率并降低并发症发生率^[8-9]。随着超声成像技术不断发展,研究者开始探索中心静脉置管所获得的优势能否同样惠及外周静脉通路的建立。1999 年,Keyes 等^[14]首次报道利用超声建立外周静脉通路。自此,超声引导下外周静脉置管逐渐从实验性探索走向循证实践,为后续大规模临床应用奠定了理论与技术基础。

1.2 操作者

与 CVC 置管由临床医师完成、经外周置入中心静脉导管(PICC)由专科护士主导不同,超声引导下外周静脉留置针(PIVC)置管的主体尚未形成统一共识^[17]。现有研究^[18-19]提示,医师、注册护士、紧急医疗技术人员可以进行超声引导下外周静脉留置针的置入。

1.3 应用时机

与 CVC 已将超声列为首选引导方式不同,外周静脉通路建立中超声并不是必要一线辅助工具^[20]。美国输液护士协会(INS)在其《输液治疗实践标准》中明确指出:对穿刺困难(预期或需要多次尝试和/或特殊干预以实现和维持外周静脉通路的临床状态)和或穿刺尝试失败后的成人和患儿使用超声技术^[21-22]。此外,美国急诊护士协会建议将超声引导列为静脉穿刺困难的首选技术^[23]。

2 超声引导下外周静脉留置针穿刺技术的要点

2.1 选择带有无菌探头套和无菌凝胶高频线阵超声探头

操作者应使用带有无菌套和无菌凝胶的高频线阵探头,频率以 5~13 HZ 为宜,来进行超声引导外周静脉留置针穿刺置管^[24]。超声探头是放置在患者皮肤上的用来发射和接收超声波的装置,其目的是实行血管的可视化。高频线阵探头被推荐用于绝大多数血管通路程序,其特点是频率高,分辨率高,但穿透性较差,适合表浅的血管。此外在超声引导下外周静脉留置针穿刺置管中也要注意探头的无菌化。虽然在探头上使用化学消毒剂已被证明可以有效的减少耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)和其它临床意义重大的病原体^[25],但无菌探头套和无菌凝胶的使用可以进一步降低感染的风险。此外,不建议将粘合剂薄膜(如 3M 敷贴)贴在探头上来降低感染风险。因为关于此类粘合剂薄膜降低感染风险的数据有限,需要进一步的研究。另外,一些超声探头制造商不建议使用,因为担心可能有损坏超声探头风险^[24]。

2.2 选择浅静脉

超声引导外周静脉留置针穿刺时选择何种静脉是穿刺是否成功的关键。现有循证证据一致推荐优先选取浅表静脉作为穿刺靶点^[24,26]。解剖学层面,浅静脉位于皮下浅筋膜内,注入深静脉,不与动脉伴行;深静脉位于深筋膜深面,常常与动脉与神经伴行。因此,选择浅静脉进行置管,可以有效的避免穿刺时损伤动脉和神经的风险。此外,与深静脉相比浅静脉距皮距离更短,可以提供一个较短的插管通路,可以保证在静脉内留有较高比例的导管,减少导管移位的风险^[17,27]。基于上述优势,临床首选的上肢浅静脉包括贵要静脉、头静脉、肘正中静脉及前臂正中静脉。

2.3 区分动脉和静脉

超声下动静脉的鉴别有赖于形态学特征、动力学反应及多普勒频谱的综合评估。从形态学特征来说,静脉在超声的横断面成像中,多呈椭圆形,管壁菲薄、无搏动,可见静脉瓣;动脉则呈圆形,管壁较厚,搏动明显。此外,当探头扫查血管短轴切面时,适当加压探头,观察图像,可见静脉随着加压力度的增加而逐渐闭合,而动脉在加压时不会闭合(在低血压患者中,动脉在加压时可能

会闭合)。彩色多普勒亦能辅助鉴别:万丽等^[28]在临床实践中发现,在穿刺点远端压迫手臂,如血管增粗或彩色多普勒下血流增加者为静脉,相反,无此现象则为动脉。值得注意的是,彩色多普勒模式成像中的红色和蓝色并不表示动脉或静脉。颜色只代表流向或远离探头的方向,流向探头的血流呈红色,而远离探头的血流呈蓝色(红来蓝去)。脉冲多普勒频谱方面,动脉频谱表现为随心率的变化而成间断高尖频谱,静脉呈相对平缓的频谱。循证推荐以压迫血管作为首要鉴别手段,彩色及脉冲多普勒作为补充验证^[24]。详见表1。

表1 区分动静脉

项目	动脉	静脉
1. 横断面	圆形	椭圆形
2. 管壁	厚	薄
3. 搏动	有	无
4. 静脉瓣	无	有
5. 加压	不可压缩	可压缩
6. 超声多普勒	间断高尖频谱,音频高	平缓的频谱,音频低

2.4 静脉的大小与深度

目标静脉的解剖参数直接影响置管成功率。现有研究一致推荐优先选择距皮肤表面0.3~1.5 cm且直径 ≥ 0.4 cm的静脉^[24,29-30]。研究^[30-31]表明,距皮肤表面0.3~1.5 cm的血管比距皮肤表面 < 0.3 cm或 > 1.5 cm的血管更容易置管。该深度区间的静脉在超声下既不易被探头完全压缩,又可避免因导管长度不足而导致的置管失败。此外,Witting等^[30]的多中心研究证实, ≥ 0.4 cm的血管首次置管成功率显著高于 < 0.4 cm的血管;朱艳等^[29]的研究也强调选择静脉直径 ≥ 0.4 cm的血管,更容易匹配到大小合适的留置针。值得注意的是,临床决策仍需个体化,对于解剖条件受限的患者,较小内径的静脉在充分评估后仍可尝试置管,不应因数值阈值而绝对排除。

2.5 导管的长度

导管长度的选择必须考虑导管进入静脉的总距离,而不仅仅是从静脉到皮肤表面的距离。根据勾股定理,假设静脉深度为1 cm,针插入的角度为 45° ,操作者实际上需要从皮肤插入1.4 cm才能到达静脉^[30](见图1)。在此基础上,循证研究进一步指出,导管在血管内的留置比例直接决定其功能稳定性:前瞻性队列数据显示,当血管内留置段 $< 30\%$ 时,导管失效率达100%;留置 $30\% \sim 64\%$ 时,失效率为32.4%;而当留置 $\geq 65\%$ 时,失效

率降至0%^[32]。因此,为保证 $\geq 65\%$ 的导管位于静脉内,对于穿刺深度为1 cm的静脉,建议选用 ≥ 4.04 cm的导管。研究^[32]中已按 45° 穿刺角度给出不同静脉深度对应的推荐导管长度(表2)。若操作者采用更小的穿刺角度,则需要增加导管相应长度,以确保同等比例的血管内留置。

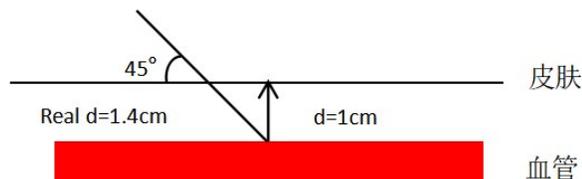


图1 穿刺角度平面图

表2 静脉深度与导管长度

静脉深度/cm	45° 角穿刺时静脉总距离/cm	推荐导管长度/cm
0.5	0.7	2.02
1.0	1.4	4.04
1.5	2.1	6.06
2.0	2.8	8.08

2.6 穿刺方法

2.6.1 平面外方法(Out of Plane):在超声引导外周静脉留置针置管中,平面外技术最为常用。该方法以穿刺针长轴垂与超声束方向垂直,声像图上仅能呈现血管腔内的针尖高回声“点征”(Dot Sign),而无法显示针体全长^[33](图2和3),针尖的可视化是一个重要的限制。由于无法实时追踪针体走向,后壁穿孔风险要高于平面内技术^[34-35]。然而,平面外技术因探头定位简单、操作路径短,对初学者而言更易掌握,整体穿刺时间亦更短^[15]。为最大限度降低并发症,操作者须保持探头与针尖的不同步:每次进针时,探头应该跟随针尖移动,直至将针尖缓慢地推进到血管的中间。



图2 平面外技术操作



图3 平面外技术操作超声图像

2.6.2 平面内方法(In Plane):平面内技术以穿刺针长轴与超声束平行为特征,声像图可同时显示针体及针尖全貌(图3-4),从而降低后壁穿孔风险^[15,34,36]。然而,该技术亦存在局限:当接近较小血管时,很难将探头保持在最佳平面上(在该平面上可以看到血管最大的直径),侧瓣伪影在执行平面内技术时是常见的^[37]。此外,研究^[38]表明平面内技术的学习曲线比平面外技术更长,需要花更多时间去学习掌握。关于平面外与平面内技术的优劣尚无定论。最新一项系统评价与 Meta 分析提示,平面外技术在置管成功率方面优于平面内技术^[39],但证据质量受限于研究异质性。综合现有文献,推荐操作者同时熟悉两种技术的适应场景与潜在缺陷,并依据患者血管条件、操作者经验及临床资源等因素,个体化选择最优方案。

2.6.3 静态和动态超声引导:按照在穿刺过程中是否实时使用超声观察,可分为静态超声引导与动态超声引导两种方式^[40]。其中静态方法是使用超声确定血管位置,在体外标记这个位置后,穿刺时并不使用超声。这种方法通常应用于儿科患者^[41]。临床上,患儿肢体短小且穿刺时常常哭闹,挣扎难以配合导致超声探头操作空间不足,难以实时引导。须注意的是,这种方法成功的关键在于保持体外标记与血管实际位置的一致性,也就是说需要有效固定患儿,尤其是穿刺部位。动态超声引导是指在穿刺过程中使用超声实时观察针的进入和放置。这种方法可以根据超声血管的位置及深度随时调整穿刺进针角度,减少反复静脉穿刺对血管及周围组织造成损伤。研究^[42]表明,动态引导优于静态引导,推荐动态引导。此外,在动态超声引导中又可分为双人动态穿刺与单人动态穿刺。双人动态穿刺既一名操作者手持超声探头可视化血管,另一名操作者进行外周静脉穿刺。这种方法的优势在于,负责穿刺的操作者可以按

日常穿刺的双手操作习惯进行穿刺^[43]。然而,缺点是需要更多的人员以及在穿刺时两名操作人员需要高度的默契配合才能实现。单人动态穿刺是指操作者非优势手持超声探头可视化血管,然后使用优势手进行静脉穿刺^[44]。这种方法需要操作者有更多的经验,因为在穿刺时需要一手持超声探头,另一只手绷紧皮肤进行穿刺,操作难度大,易造成血管固定效果不佳。现有对照研究未显示两种动态模式在成功率上存在统计学差异^[19,45-46]。然而,新近专家共识基于操作效率与资源节约考量,推荐将单人动态引导作为首选方案^[47]。

2.7 确认导管的位置

置管完成后,可通过三重互补手段确认导管全程位于血管内:①观察有血液回流,以及推注生理盐水穿刺部位没有出现肿胀来判断导管在血管内;②在超声下,可以沿静脉的走向,通过探头的长轴可视化血管,直接观察导管是否在血管内;③通过快速推注 5~10 mL 的生理盐水然后在二维超声或者彩色多普勒下观察导管尖端盐水注射情况(盐水冲洗实验)来判断导管是否在血管内^[48]。



图4 平面内技术操作

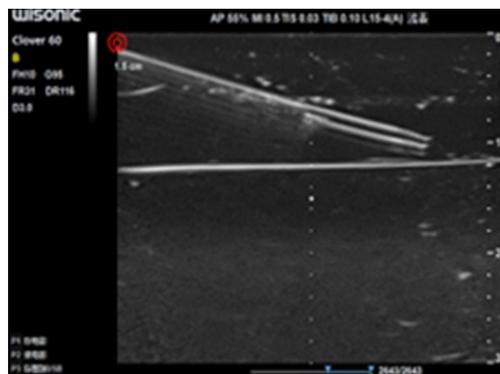


图5 平面内技术操作超声图像

3 小结

超声技术在临床应用广泛,但其在辅助外周静脉留置针穿刺中的应用仍远未普及。国内尚缺乏统一、规范化的超声引导置管流程,静脉直径测量、留置针规格匹配等关键环节亦缺少共识性标准^[49],成为制约临床落地的首要瓶颈。与此同时,建立完整的培训体系是护理新技术能否在临床上推广和应用的关键。超声引导外周静脉留置针穿刺置管技术是解决临床置管困难的有效技术。但目前尚未形成成熟的课程框架,也无可复制的培训经验,使新技术难以在护理团队中高效扩散。此外,专用血管超声设备价格高昂,资源的统筹分配也是重难点;以研究者所在医院为例,仅PICC门诊配备相关仪器,设备短缺进一步限制了技术推广。值得肯定的是,循证证据已充分证实超声引导在提升置管成功率、减少并发症方面的重要意义,其可视化优势可有效弥补传统盲穿缺陷。因此,制定标准化操作流程、构建分层递进培训体系并优化设备配置,是推动超声引导外周静脉穿刺临床普及的当务之急。

参考文献

- [1] ZINGG W, BARTON A, BITMEAD J, et al. Best practice in the use of peripheral venous catheters: a scoping review and expert consensus[J]. *Infect Prev Pract*, 2023, 5(2): 100271.
- [2] 姜珊, 郭彩霞, 郭立华, 等. 外周静脉留置针并发症风险管理系统的开发与应用[J]. *中华护理杂志*, 2025, 60(8): 908-913.
JIANG S, GUO C X, GUO L H, et al. Development and application of a risk management system for complications of peripheral intravenous indwelling needle[J]. *Chin J Nurs*, 2025, 60(8): 908-913. (in Chinese)
- [3] MIMOZ O, DEBONNE A, GLANARD A, et al. Best practice in the use of peripheral venous catheters: a consensus from French experts[J]. *Infect Dis Now*, 2024, 54(5): 104923.
- [4] 侯秀凤, 王思瑶, 边巴欧珠, 等. 62所西藏自治区医院护士对外周静脉留置针置入及维护的知信行现状调查[J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(20): 2463-2471.
HOU X F, WANG S Y, BIAN B, et al. The survey of knowledge, attitude and practice of nurses of 62 hospitals in Tibet Autonomous Region on the use of peripheral venous indwelling needle[J]. *Chin J Nurs*, 2024, 59(20): 2463-2471. (in Chinese)
- [5] LARRY BRANNAM MD R, MICHAEL BLAIVAS MD R, MATTHEW LYON MD R, et al. Emergency nurses' utilization of ultrasound guidance for placement of peripheral intravenous lines in difficult-access patients[J]. *Acad Emerg Med*, 2004, 11(12): 1361-1363.
- [6] BOULET N, PENSIER J, OCCEAN B V, et al. Central venous catheter-related infections: a systematic review, meta-analysis, trial sequential analysis and meta-regression comparing ultrasound guidance and landmark technique for insertion[J]. *Crit Care*, 2024, 28(1): 378.
- [7] GALEN B, BARON S, YOUNG S, et al. Reducing peripherally inserted central catheters and midline catheters by training nurses in ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement[J]. *BMJ Qual Saf*, 2020, 29(3): 245-249.
- [8] HUANG G C, NEWMAN L R, SCHWARTZSTEIN R M, et al. Procedural competence in internal medicine residents: validity of a central venous catheter insertion assessment instrument[J]. *Acad Med*, 2009, 84(8): 1127-1134.
- [9] MILLER A H, ROTH B A, MILLS T J, et al. Ultrasound guidance versus the landmark technique for the placement of central venous catheters in the emergency department[J]. *Acad Emerg Med*, 2002, 9(8): 800-805.
- [10] HUDSON P A, ROSE J S. Real-time ultrasound guided internal jugular vein catheterization in the emergency department[J]. *Am J Emerg Med*, 1997, 15(1): 79-82.
- [11] HRICS P, WILBER S, BLANDA M P, et al. Ultrasound-assisted internal jugular vein catheterization in the ED[J]. *Am J Emerg Med*, 1998, 16(4): 401-403.
- [12] FARREL J, GELLENS M. Ultrasound-guided cannulation versus the landmark-guided technique for acute haemodialysis access[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1997, 12(6): 1234-1237.
- [13] KWON T H, KIM Y L, CHO D K. Ultrasound-guided cannulation of the femoral vein for acute haemodialysis access[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1997, 12(5): 1009-1012.
- [14] KEYES L E, FRAZEE B W, SNOEY E R, et al. Ultrasound-guided brachial and basilic vein cannulation in emergency department patients with difficult

- intravenous access [J]. *Ann Emerg Med*, 1999, 34(6): 711-714.
- [15] BLAIVAS M, BRANNAM L, FERNANDEZ E. Short-axis versus long-axis approaches for teaching ultrasound-guided vascular access on a new inanimate model [J]. *Acad Emerg Med*, 2003, 10(12): 1307-1311.
- [16] HILTY W M, HUDSON P A, LEVITT M A, et al. Real-time ultrasound-guided femoral vein catheterization during cardiopulmonary resuscitation [J]. *Ann Emerg Med*, 1997, 29(3): 331-336; discussion 337.
- [17] 刘萍萍. 成人超声引导外周静脉置管流程的构建 [D]. 南昌: 南昌大学, 2021.
LIU P P. Construction of adult ultrasound-guided peripheral venous catheterization program [D]. Nanchang: Nanchang University, 2021. (in Chinese)
- [18] STURGES Z, WHILTE S, BARTON E, et al. 278: ultrasound-guided peripheral venous access by emergency medical technicians [J]. *Ann Emerg Med*, 2007, 50(3): S87-S88.
- [19] SKULEC R, CALLEROVA J, VOJTISEK P, et al. Two different techniques of ultrasound-guided peripheral venous catheter placement versus the traditional approach in the pre-hospital emergency setting: a randomized study [J]. *Intern Emerg Med*, 2020, 15(2): 303-310.
- [20] MOORE C L. Ultrasound first, second, and last for vascular access [J]. *J Ultrasound Med*, 2014, 33(7): 1135-1142.
- [21] GORSKI L A. A look at 2021 infusion therapy standards of practice [J]. *Home Healthc Now*, 2021, 39(2): 62-71.
- [22] PERALTA-GAMEZ M S, DE QUERO CORDOBA M G, REVERTE-VILLARROYA S, et al. Comparison of traditional and ultrasound-guided techniques for vascular access in patients with difficult venous access in emergency departments: randomized clinical trial protocol [J]. *Nurs Rep*, 2025, 15(5): 177.
- [23] CROWLEY M, BRIM C, PROEHL J, et al. Emergency nursing resource: difficult intravenous access [J]. *J Emerg Nurs*, 2012, 38(4): 335-343.
- [24] GOTTLIEB M, SUNDARAM T, HOLLADAY D, et al. Ultrasound-guided peripheral intravenous line placement: a narrative review of evidence-based best practices [J]. *West J Emerg Med*, 2017, 18(6): 1047-1054.
- [25] FRAZEE B W, FAHIMI J, LAMBERT L, et al. Emergency department ultrasonographic probe contamination and experimental model of probe disinfection [J]. *Ann Emerg Med*, 2011, 58(1): 56-63.
- [26] BLANCO P. Ultrasound-guided peripheral venous cannulation in critically ill patients: a practical guideline [J]. *Ultrasound J*, 2019, 11(1): 27.
- [27] MILLS C N, LIEBMANN O, STONE M B, et al. Ultrasonographically guided insertion of a 15-cm catheter into the deep brachial or basilic vein in patients with difficult intravenous access [J]. *Ann Emerg Med*, 2007, 50(1): 68-72.
- [28] 万丽, 连青萍, 王炜倩, 等. 超声引导下臂外周静脉穿刺置管的临床应用 [J]. *解放军护理杂志*, 2012, 29(18): 75-76.
WAN L, LIAN Q P, WANG W Q, et al. Clinical application of ultrasound-guided peripheral venous catheterization in the upper arms [J]. *Nurs J Chin People's Liberation Army*, 2012, 29(18): 75-76. (in Chinese)
- [29] 朱艳, 陆娟, 吴曙华. 超声测量外周静脉直径对超声引导下置入静脉留置针的影响 [J]. *实用医学杂志*, 2016, 32(11): 1876-1878.
ZHU Y, LU J, WU S H. Effect of ultrasonic measurement of peripheral vein diameter on ultrasound-guided venous indwelling needle insertion [J]. *J Pract Med*, 2016, 32(11): 1876-1878. (in Chinese)
- [30] WITTING M D, SCHENKEL S M, LAWNER B J, et al. Effects of vein width and depth on ultrasound-guided peripheral intravenous success rates [J]. *J Emerg Med*, 2010, 39(1): 70-75.
- [31] NOVA L, PANEBIANCO M D M, MD D S, et al. What you see (sonographically) is what you get: vein and patient characteristics associated with successful ultrasound-guided peripheral intravenous placement in patients with difficult access [J]. *Acad Emerg Med*, 2009, 16(12): 1298-1303.
- [32] PANDURANGADU A V, TUCKER J, BRACKNEY A R, et al. Ultrasound-guided intravenous catheter survival impacted by amount of catheter residing in the vein [J]. *Emerg Med J*, 2018, 35(9): 550-555.
- [33] 王爱丽, 周雁, 黄中娟, 等. 超声引导在外周静脉困难穿刺患者中的应用 [J]. *中华护理杂志*, 2010, 45(2): 169.
WANG A L, ZHOU Y, HUANG Z J, et al. Application of Ultrasound Guidance in Patients with Difficult Peripheral Venipuncture [J]. *Chin J Nurs*,

- 2010, 45(2): 169. (in Chinese)[34] STONEM B, MOON C H, BLEHAR D, SHEAR M A, et al. Needle tip visualization during ultrasound-guided vascular access: short-axis vs long-axis approach [J]. *Am J Emerg Med*, 2010, 28(3): 343-347.
- [35] MOON C H, BLEHAR D, SHEAR M A, et al. Incidence of posterior vessel wall puncture during ultrasound-guided vessel cannulation in a simulated model [J]. *Acad Emerg Med*, 2010, 17(10): 1138-1141.
- [36] SIMONE M, REVERBERI C, CAVALLI S, et al. Use of oblique-axis view with in-plane venipuncture in PICC insertion: a case report [J]. *J Vasc Access*, 2025; 11297298251356771.
- [37] CHENNAKESHAVALLU G N, GADHING-LAJKAR S, SREEDHAR R, et al. Comparison of three ultrasound views for internal jugular venous cannulation in patients undergoing cardiac surgery: a randomized trial [J]. *J Med Ultrasound*, 2021, 29(3): 176-180.
- [38] LAMPERTI M, BODENHAM A R, PITTIRUTI M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38(7): 1105-1117.
- [39] GOTTLIEB M, HOLLADAY D, PEKSA G D. Comparison of short- vs long-axis technique for ultrasound-guided peripheral line placement: a systematic review and meta-analysis [J]. *Cureus*, 2018, 10(5): e2718.
- [40] 孙建华, 李欣, 赵明曦, 等. 成人重症患者超声引导外周静脉血管穿刺的证据总结 [J]. *护理学杂志*, 2020, 35(23): 11-15.
- SUN J H, LI X, ZHAO M X, et al. Ultrasound-guided peripheral intravenous line placement in critical ill patients: a summary of evidence-based best practices [J]. *J Nurs Sci*, 2020, 35(23): 11-15. (in Chinese)
- [41] 金玉梅, 何鸯鸯, 王彩红, 等. 儿童外周静脉穿刺疼痛管理的最佳证据总结 [J]. *护士进修杂志*, 2022, 37(17): 1549-1554.
- JIN Y M, HE Y Y, WANG C H, et al. Summary of best evidence for pain management of peripheral venipuncture in children [J]. *J Nurses Train*, 2022, 37(17): 1549-1554. (in Chinese)
- [42] NILAM J SONI MD M, MD R F, KETINO KO-BAIDZE MD P, et al. Recommendations on the use of ultrasound guidance for adult lumbar puncture: a position statement of the society of hospital medicine [J]. *J Hosp Med*, 2019, 14(10): 591-601.
- [43] 赵晓维, 王霞, 王欣然. 改进超声引导下外周静脉留置针穿刺技术在静脉穿刺困难患者中的应用效果 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2019, 27(12): 110-113.
- ZHAO X W, WANG X, WANG X R. Application effect of improved ultrasound guided peripheral venous indwelling needle puncture technique in patients with difficult venous puncture [J]. *Pract J Card Cereb Pneu Vasc Dis*, 2019, 27(12): 110-113. (in Chinese)
- [44] VEGAS A, WELLS B, BRAUM P, et al. Guidelines for performing ultrasound-guided vascular cannulation: recommendations of the American society of echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2025, 38(2): 57-91.
- [45] ROSE J S, NORBUTAS C M. A randomized controlled trial comparing one-operator versus two-operator technique in ultrasound-guided basilic vein cannulation [J]. *J Emerg Med*, 2008, 35(4): 431-435.
- [46] CHINNOCK B, THORNTON S, HENDEY G W. Predictors of success in nurse-performed ultrasound-guided cannulation [J]. *J Emerg Med*, 2007, 33(4): 401-405.
- [47] AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (ACR), SOCIETY OF RADIOLOGISTS IN ULTRASOUND (SRU), AMERICAN INSTITUTE OF ULTRASOUND IN MEDICINE (AIUM). AIUM practice guideline for the use of ultrasound to guide vascular access procedures [J]. *J Ultrasound Med*, 2013, 32(1): 191-215.
- [48] STOLZ L A, STOLZ U, HOWE C, et al. Ultrasound-guided peripheral venous access: a meta-analysis and systematic review [J]. *J Vasc Access*, 2015, 16(4): 321-326.
- [49] PARKER S I A, BENZIES K M, ALIX HAYDEN K, et al. Effectiveness of interventions for adult peripheral intravenous catheterization: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Int Emerg Nurs*, 2017, 31: 15-21.