

成人重症患者超声引导外周静脉血管穿刺的证据总结

孙建华, 李欣, 赵明曦, 李奇, 李尊柱, 罗红波, 张青, 王小亭, 中国重症超声研究组

Ultrasound-guided peripheral intravenous line placement in critical ill patients: a summary of evidence-based best practices Sun Jian-hua, Li Xin, Zhao Mingxi, Li Qi, Li Zunzhu, Luo Hongbo, Zhang Qing, Wang Xiaoting, Chinese Critical Care Ultrasound Study Group

摘要:目的 检索、评价和总结成人重症患者超声引导外周静脉血管穿刺的最佳证据。方法 按照“6S”金字塔模型,进行计算机文献检索,检索时限为建库至2020年5月。由2名研究人员采用英国2012年更新的《临床指南研究与评价系统》和澳大利亚JBI循证卫生保健中心对应的评价标准(2016)对文献质量进行独立评价,结合专业人员的判断,对符合标准的文献进行资料提取并依据JBI证据预分级系统(2014版)进行证据分级。结果 共筛选出23篇文献,包括2篇临床决策、5篇指南、3篇证据总结、5篇专家共识、4篇系统评价及4篇随机对照试验。从基于超声的血管评估、穿刺前准备、超声引导穿刺方法、穿刺后观察、教育及培训5个方面汇总证据33条。结论 总结的成人患者超声引导血管穿刺最佳证据,可作为护士实施超声引导外周静脉血管穿刺的指引与规范,以提升外周静脉穿刺成功率,减少穿刺相关并发症,保证患者安全。

关键词: 超声检查; 外周静脉血管穿刺; 重症监护; 循证护理学

中图分类号: R471 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2020.23.011

外周静脉血管穿刺是最常见的一项护理操作,约4/5的患者在住院期间需要留置外周静脉导管。外周静脉血管穿刺失败率在10%~40%;穿刺次数从1~10次不等;穿刺时间约2.5~16 min,穿刺困难患者甚至花费30 min^[1]。对重症患者而言,外周静脉穿刺失败后常需要放置中心静脉导管,增加了气胸等并发症的发生风险^[2-4]。快速建立外周静脉通路、减少穿刺次数、降低并发症发生率对患者救治至关重要。超声具有实时、动态、可视化的特点,对组织和血流有较高的分辨率,可以清晰显示血管的位置,有助于血管定位或者引导穿刺^[5-8]。Shokoohi等^[9]回顾了急诊科连续6年应用超声引导外周静脉血管穿刺后,中心静脉导管使用数量减少了80%。目前超声引导外周静脉穿刺的研究较多,主要以临床试验研究和经验报告为主,侧重于穿刺结果的比较。由于超声方法不同、操作者经验差异、患者血管状况及穿刺部位不同,使研究类型较为局限。此外,超声基础及使用方法、血管评估、穿刺流程及穿刺细节、教育及培训等需要进一步规范。本研究旨在通过系统的证据检索、质量评价、证据提取和分级,总结成人患者超声引导外周静脉血管穿刺的最佳证据,为临床护理实践提供指导。

1 资料与方法

1.1 问题确立 根据PICOS原则进行问题解释。证据应用目标人群(P):成人重症患者;干预措施(I):应用超声引导、血管评估、皮肤消毒及无菌防护、超声穿刺方法、穿刺流程、并发症监测、人员教育及培训;

结局指标(O):外周静脉置管成功率、并发症发生率、医务人员对超声引导血管穿刺的培训状况等;证据类型(S):临床决策、实践指南、证据总结、专家共识、系统评价以及与本研究主题密切相关的原始研究等。

1.2 证据资源的检索 按照2009年Dicenso等^[10]提出的“6S”金字塔模型,进行计算机文献检索。检索数据库为BMJ Best Practice、UpToDate、Joanna Briggs Institute循证卫生保健中心数据库(JBI)、系统摘要数据库(DARE)、国际指南图书馆(GIN)、美国医师协会期刊俱乐部(ACP journal club)、英国国家临床医学研究所指南库(NICE)、苏格兰学院间指南网(SIGN)、加拿大安大略注册护士协会(RNAO)、澳大利亚指南网(ACPG)、美国超声医学会(AIUM)、美国静脉输液护理学会(INS)、Essential Evidence plus、Cochrane Library、PubMed、Embase、医脉通、中国知网(CNKI)、万方数据库、中国生物医学文献数据库(CBM)。检索关于超声引导外周静脉血管穿刺的相关证据。英文检索词为“ultrasonography/ultrasound”“peripheral line/peripheral iv/venous access/vascular access”;中文检索词为“超声检查/超声引导”“外周静脉/血管穿刺”。检索时限为建库至2020年5月31日。

1.3 证据的纳入、排除标准 纳入标准:①研究对象为外周静脉穿刺困难的成人重症患者,涉及超声引导血管穿刺;②文献类型为临床决策、实践指南、证据总结、专家共识、系统评价以及质量较高的随机对照研究或队列研究等;③文种限中文或英文。排除标准:①文献类型为研究方案或计划书、案例报告、文献综述等;②重复发表或翻译版本;③无法获取全文的文献摘要;④文献质量评价较低的研究。

1.4 证据的评价标准 指南的质量评价采用英国

作者单位:中国医学科学院北京协和医院重症医学科(北京,100730)

孙建华:男,硕士,主管护师

通信作者:王小亭,icuting@163.com

收稿:2020-07-16;修回:2020-09-10

2012 年更新的《临床指南研究与评价系统》(AGREE II)^[11];系统评价、随机对照研究、类试验研究、队列研究、病例对照研究、描述性研究、专家共识、专家意见等采用澳大利亚 JBI 循证卫生保健中心对应的评价标准(2016)进行评价。证据总结、最佳实践的质量评价追溯原始研究,根据研究类型选择相应的 JBI 循证卫生保健中心(2016)对应的文献质量评价工具进行质量评价^[12]。

1.5 文献质量评价过程 纳入的文献由 2 名经过循证培训的研究人员独立进行质量评价,若遇分歧,由研究小组进行裁决。当不同来源的证据结论冲突时,本研究所遵循的纳入原则为循证证据优先,高质量证据优先,最新发表权威文献优先。

1.6 证据等级评价 采用 JBI 证据预分级系统(2014 版)对纳入研究进行预分级,将证据分为 Level

1~5 五级;对来源于指南和证据总结的证据,直接沿用其原有证据分级。证据预分级后在 JBI 的 FAME 结构指导下,根据证据的可行性、适宜性、临床意义和有效性,结合 JBI 2014 版证据推荐级别,最终确定证据的推荐级别^[12]。

2 结果

2.1 文献检索结果 初步检索共获得相关文献 1 265 篇,用 NoteExpress 软件去重 289 篇;排除综述 426 篇,编者来信 68 篇,与主题无关文献 411 篇,无法获得全文的文献 18 篇,初筛获得文献 54 篇;排除研究患儿的 23 篇,质量评价后剔除文献 8 篇,最终纳入 23 篇^[1,13-34] 文献,其中指南 5 篇^[1,13-16]、临床决策 2 篇^[17-18]、专家共识/专家意见 5 篇^[19-23],系统评价 4 篇^[24-27],随机对照研究(RCT)4 篇^[28-31],证据总结 3 篇^[32-34]。纳入文献的一般资料见表 1。

表 1 纳入文献的一般资料

作者	文献性质	发表时间	数据库来源	研究主题	质量评价
Horigan 等 ^[1]	指南	2018 年	急诊护理学会	血管穿刺困难置管的临床实践指南	A
Moore 等 ^[13]	指南	2019 年	美国超声医学会	美国超声医学会超声引导下血管穿刺的临床实践指南	A
Blanco ^[14]	指南	2019 年	PubMed	危重症患者超声引导下外周静脉置管:实践指南	B
Bouaziz 等 ^[15]	指南	2015 年	Embase	超声引导建立血管通路的实践指南	A
Troianos 等 ^[16]	指南	2011 年	Embase	超声引导下血管插管的实施指南;美国超声心动图学会和心血管麻醉师学会的建议	A
Jeremiah ^[17]	临床决策	2020 年	UpToDate	超声引导下建立静脉通路的原则	A
Robert ^[18]	临床决策	2020 年	UpToDate	成人外周静脉通路	A
Franco-Sadud 等 ^[19]	专家共识	2019 年	PubMed	成人超声引导中心静脉导管及外周血管通路的应用建议;医院医学会的立场声明	A
Gorski 等 ^[20]	实践标准	2016 年	INS	输液治疗实践标准	A
吴欣娟等 ^[21]	行业标准	2013 年	中国知网	静脉治疗护理技术操作规范	A
Lamperti 等 ^[22]	专家共识	2012 年	Embase	超声引导下外周静脉置管的循证实践	A
Joing 等 ^[23]	专家意见	2012 年	PubMed	超声引导下外周静脉穿刺	A
Gottlieb 等 ^[24]	系统综述	2018 年	Embase	平面内与平面外技术在超声引导下外周静脉血管穿刺中的比较	A
Stolz 等 ^[25]	系统综述	2015 年	Embase	超声引导下困难外周静脉置管的系统综述	A
韩通等 ^[26]	Meta 分析	2017 年	万方数据库	超声引导在外周静脉穿刺中应用效果的 Meta 分析	A
高欢等 ^[27]	Meta 分析	2019 年	万方数据库	超声引导在外周静脉穿刺困难者中应用效果的 Meta 分析	A
Bahl 等 ^[28]	RCT	2018 年	PubMed	标准静脉导管与延长留置导管:超声引导下外周静脉置管留置时间的比较	B
Rose 等 ^[29]	RCT	2008 年	Embase	单人操作与双人配合在超声引导下贵要静脉穿刺中的比较	B
Eun 等 ^[30]	RCT	2020 年	PubMed	基于血管穿刺模型提升超声引导绕动脉置管成功率	B
Griffiths 等 ^[31]	RCT	2017 年	PubMed	在血管穿刺模型中比较平面内、平面外超声引导下外周静脉穿刺方法	B
Loon 等 ^[32]	证据总结	2019 年	PubMed	超声引导下外周静脉血管穿刺教育培训的循证意见	A
Gottlieb 等 ^[33]	证据总结	2017 年	PubMed	超声引导下外周静脉置管:最佳临床实践	A
Maiocco 等 ^[34]	证据总结	2012 年	Embase	超声引导下外周静脉置管的循证实践	A

2.2 证据总结结果 对超声引导血管穿刺的证据进行汇总,最终从基于超声的血管评估、穿刺前准备、超声引导穿刺方法、穿刺后并发症观察、教育及培训 5 个方面进行了证据总结,形成 33 条最佳证据。具体证据内容、证据等级及推荐级别,见表 2。

3 讨论

3.1 成人重症患者超声引导外周静脉血管穿刺证据总结的科学性 本研究共检索数据库、指南网、相关学会网站 20 个,系统检索了成人重症患者超声引导外周静脉血管穿刺的证据资源。纳入的 23 篇文献,通过证据预分级与推荐级别系统,由小组讨论决定证据强度与推荐级别。整个过程严格遵守循证护理学的原则,保证研究结果的科学性 & 严谨性。

3.2 成人重症患者超声引导外周静脉血管穿刺证据总结的适用性 第 1~7 条证据总结了针对基于超声的血管评估相关证据。血管评估是静脉血管穿刺置管的基础。穿刺前,应鉴别动脉、静脉血管,避免穿刺到动脉。评估静脉的皮下深度、直径、走向,有助于选择较为理想的穿刺血管。检查有无血栓,减少肢体肿胀、导管相关性血栓的发生。对静脉血管的评估,建议基于超声的可视化特点开展,便于准确评价血管的参数。第 8~13 条证据总结了穿刺前准备的相关证据,包括超声机器准备、导管选择、无菌技术、定位穿刺点等内容。根据血管评估的结果,选择合适的穿刺针;调整超声机器的参数、超声机器与患者的位置;做好无菌技术。第 14~24 条证据总结了超声引导血管穿刺的方法。穿刺过程中,采用静态或动态、平面内或平面外等

方法进行引导穿刺;采用滑动、旋转、倾斜超声探头等多种方法促使穿刺导管可视化。第 25~28 条证据总结了穿刺后并发症观察的相关证据。应用超声引导静脉穿刺并发症发生率较高。穿刺后,采用多种方法确认导管是否在血管内,减少穿刺相关并发症的发生。第 29~33 条总结了超声引导外周静脉血管穿刺教育

及培训方面的相关证据。操作者水平依赖是影响超声检查推广的因素之一。目前一些研究已经制定了超声引导下外周静脉穿刺相关的培训内容及方法,建议护理人员在开展此项技术前经过规范化的培训,加强手眼协调能力的训练,提升操作技巧、知识水平。

表 2 超声引导下外周静脉置管的证据总结

类别	最佳证据	证据等级	推荐等级
基于超声的血管评估	1. 建议在设备和操作者专业技术兼备时,难以建立血管通路的成人(例如,预计穿刺存在困难、传统的解剖标志定位法失败、经验丰富的护士尝试 3 次后仍未能建立外周静脉通路等)应在超声引导下行外周静脉置管 ^[17,22,26-27,34] 。	1a	A
	2. 穿刺前应充分评估有无血管穿刺的禁忌证,如动静脉瘘、乳房切除术或淋巴清扫术等 ^[17] 。	5b	B
	3. 对于静脉不易看见或触及的患者,可使用多普勒超声来识别大于 2 mm 的静脉 ^[18] 。	5b	B
	4. 建议通过二维超声、彩色多普勒、脉冲多普勒等多种方式鉴别动脉和静脉 ^[13,17,22-23,34] 。	1a	A
	5. 血管穿刺前,宜应用超声评估血管的直径、深度及走向。静脉距皮肤表面深度 0.3~1.5 cm,直径>0.4 cm,是相对理想的穿刺血管 ^[13,33] 。	1c	A
	6. 建议护士使用超声识别、选择合适的穿刺部位,尽可能减少置管失败、动脉穿刺、血肿等并发症 ^[1,14,19,33] 。	5b	B
	7. 若患者有深静脉血栓形成既往史,应在置管前使用超声评估拟置管静脉是否通畅 ^[19] 。	1c	A
	8. 建议根据静脉直径、皮下深度选择合适型号的导管,以减少导管脱出 ^[28,33] 。	1c	A
	9. 超声机器宜摆放在操作者的前方,有助于增加操作者手眼协调性 ^[14] 。	5b	B
	10. 穿刺前,宜根据血管状况调节超声设置参数:深度、增益及焦点位置,旨在清晰显示血管及其周围组织 ^[16-17] 。	5b	B
	11. 采用超声实时监测置管过程中,应确保超声探头无菌 ^[14,17,33] 。	1d	A
	12. 超声引导下外周静脉置管前,可采取增加静脉血管直径的方法:止血带、血压袖带加压法,将待置管部位置于温水中或热敷来实现 ^[18] 。	1c	A
穿刺前准备	13. 宜选择超声横截面视图对所选定的静脉在皮肤表面定位穿刺点 ^[23] 。	5b	B
	14. 静态超声可用于识别拟穿刺的静脉,确认其是否通畅、并在穿刺前标记其位置 ^[17] 。	5b	B
	15. 宜采用超声直视下、动态引导静脉血管穿刺,有助于实时监测穿刺针和血管 ^[15,20] 。	1b	A
	16. 应明确探头标记点及方向,使之与血管解剖位置、超声影像方向一致;滑动探头,将血管置于超声图像的中央位置 ^[24] 。	5b	B
	17. 平面内引导时,建议进针角度为 15~30°;平面外引导时,建议进针角度 30~45° ^[23] 。	5b	B
	18. 平面内穿刺时,超声图像可充分显示导管穿刺的途径;平面外穿刺时,宜采取倾斜超声探头的方法,实时监测导管尖端位置,减少穿刺血管后壁的风险 ^[22,24,33-34] 。	1b	A
	19. 操作者可应用平面外穿刺法获得短轴视图,然后旋转探头 45°呈斜角,有助于观察穿刺针、血管周围的组织,改进穿刺针的可视化 ^[13] 。	5c	B
	20. 对于皮下脂肪层较厚的患者,应用平面外穿刺时,可以应用探头移动法。探头移动法有助于动态观察导管尖端位置 ^[24] 。	5c	B
	21. 当需要调整穿刺针角度时,应将导管退到皮下组织层,重新调整角度后再行穿刺 ^[20-21] 。	5b	B
	22. 超声探头加压过度是常见的操作误区之一,轻微的压力可能会造成静脉塌陷。建议操作者在穿刺时,避免用力按压探头 ^[14,33] 。	5b	B
	23. 超声引导下外周静脉血管穿刺可应用穿刺导针架,以增加操作的稳定性 ^[15,22] 。	5b	B
	24. 单人操作时,非优势手可采用“下午茶”手法固定超声探头,优势手进行穿刺 ^[29,33] 。经验较少的操作者可双人配合操作,一人固定超声探头,另一人进行静脉穿刺 ^[29,33] 。	5c,1c	B
穿刺后观察	25. 可利用超声可视化的特点,通过超声平面内方法观察导管是否在静脉血管内 ^[1,16,33] 。	5b	B
	26. 可通过注射生理盐水、观察回声变化,判断外周静脉导管置入是否正确 ^[1,33] 。	5c	B
	27. 超声不能完全替代其他判断置管成功的手段,宜采取多种临床方法判断是否在血管内。如抽回血等 ^[1,13,14,33] 。	2a	A
	28. 超声引导下外周血管置管后,应警惕导管脱出、药物外渗等并发症 ^[13,20,33] 。临床护士应在每次输液前并定期对外周静脉穿刺部位的内渗和外渗症状和/或体征进行评估 ^[20-21] 。	5b	B
教育及培训	29. 在操作前应经过超声设备相关的培训,包括超声波物理原理、超声检查的模式、超声设备的操作、换能器的选择、探头方向、超声成像的调节及图像解析等 ^[22,32] 。	5b	B
	30. 在超声引导血管穿刺前,护士应知晓并准确执行感染控制标准和无菌技术方法 ^[19,32] 。	5b	B
	31. 护士应知晓血管解剖,具备应用超声评估血管(动静脉识别、血栓识别等)的能力 ^[1,14] 。	5b	B
	32. 建议通过模拟教学,改善超声引导血管穿刺的稳定性,提升手眼协调能力 ^[14,30-31] 。	1c	A
	33. 定期对操作者开展教育和实践培训,采用标准化评估工具对知识和技能进行评估,提升学员对超声引导血管穿刺熟练掌握程度 ^[32] 。	5b	B

4 小结

本研究总结了目前关于成人重症患者超声引导下外周静脉血管穿刺的最佳证据,为临床医护人员及医疗决策者规范操作流程提供借鉴。对于外周静脉穿刺困难的患者,在超声设备和操作者技术兼备的情况下,积极开展超声引导下外周静脉血管穿刺。本次纳入的研究,是由世界重症超声联盟、美国静脉输液护

理学会、医院床旁超声工作组等不同学术组织针对超声引导下外周静脉血管穿刺而制定,纳入研究的受试人群大多来自西方国家,在证据转化临床实践过程中,建议应用证据人员结合当前环境、患者价值观等,充分考虑每一条建议的可行性、适宜性、有效性等,制定本土化的超声引导下血管穿刺流程,以促进证据顺利应用于临床。

参考文献:

- [1] Horigan A, Vanhoy M A, Kaiser J, et al. Clinical Practice Guideline: Difficult Intravenous Access[EB/OL]. (2018-10-30) [2020-05-31]. <https://www.ena.org/docs/default-source/resource-library/practice-resources/CPG/difficultivaccesscpq>.
- [2] Leidel B A, Kirchhoff C, Bogner V, et al. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins[J]. Resuscitation, 2012,83(1):40-45.
- [3] McGee D C, Gould M K. Preventing complications of central venous catheterization[J]. N Engl J Med, 2003, 348(12):1123-1133.
- [4] 陶美霞,张建红. 超声探头颈内静脉阻断法减少 PICC 置管异位[J]. 护理学杂志, 2019, 34(11):31-33.
- [5] 孙建华,刘大为,王小亭,等. 超声技术在重症护理领域中的应用进展[J]. 中华护理杂志, 2016, 51(6):729-732.
- [6] 尹万红,王小亭,刘大为,等. 重症超声临床应用技术规范[J]. 中华内科杂志, 2018, 57(6):397-417.
- [7] 王小亭,刘大为,于凯江,等. 中国重症超声专家共识[J]. 中华内科杂志, 2016, 55(11):900-912.
- [8] 孙建华,张青,赵明曦,等. 基于行动研究法提高超声引导下空肠营养管置管成功率[J]. 护理学杂志, 2018, 33(2):45-47.
- [9] Shokoohi H, Boniface K, McCarthy M, et al. Ultrasound-guided peripheral intravenous access program is associated with a marked reduction in central venous catheter use in noncritically ill emergency department patients[J]. Ann Emerg Med, 2013, 61(2):198-203.
- [10] Dicenso A, Bayley L, Haynes R B. Accessing pre-appraised evidence: fine-tuning the 5S model into a 6S model[J]. Evid Based Nurs, 2009, 12(4):99-101.
- [11] Brouwers M C, Kho M E, Browman G P, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. J Clin Epidemiol, 2010, 63(12):1308-1311.
- [12] 胡雁,郝玉芳. 循证护理学[M]. 2 版. 北京:人民卫生出版社, 2019:52-106.
- [13] Moore C, Kollpaintner R, Andrews L, et al. AIUM practice parameter for the use of ultrasound to guide vascular access procedures[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(3):E4-E18.
- [14] Blanco P. Ultrasound-guided peripheral venous cannulation in critically ill patients: a practical guideline[J]. Ultrasound J, 2019, 11(1):27.
- [15] Bouaziz H, Zetlaoui P J, Pierre S, et al. Guidelines on the use of ultrasound guidance for vascular access[J]. Anaesth Crit Care Pain Med, 2015, 34(1):65-69.
- [16] Troianos C A, Hartman G S, Glas K E, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2011, 24(12):1291-1318.
- [17] Jeremiah J S. Principles of ultrasound-guided venous access[EB/OL]. (2020-04-06) [2020-05-31]. https://www.uptodate.cn/contents/principles-of-ultrasound-guided-venous-access?search=ultrasound%20venous&source=search_result&selectedTitle=3~150&usage_type=default&display_rank=3.
- [18] Robert L F. Peripheral venous access in adults[EB/OL]. (2020-05-14) [2020-05-31]. https://www.uptodate.cn/contents/peripheral-venous-access-in-adults?search=peripheral-venous-access-in-adults&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1.
- [19] Franco-Sadud R, Schnobrich D, Mathews B K, et al. Recommendations on the use of ultrasound guidance for central and peripheral vascular access in adults: a position statement of the Society of Hospital Medicine[J]. J Hosp Med, 2019, 14:E1-E22.
- [20] Gorski L A, Hadaway L, Hagle M, et al. Infusion therapy standards of practice[J]. J Infus Nurs, 2016, 39(1 Suppl):1-159.
- [21] 吴欣娟,徐波,郑一宁,等. 静脉治疗护理技术操作规范[S]. 北京:中华人民共和国卫生行业标准, 2013.
- [22] 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.
- [23] Joing S, Strote S, Caroon L, et al. Ultrasound-guided peripheral i. v. placement[J]. N Engl J Med, 2012, 366(25):e38.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 韩通,王英丽,徐梅. 超声引导在外周静脉穿刺中应用效果的 Meta 分析[J]. 中华现代护理杂志, 2017, 23(8):1105-1108.
- [27] 高欢,黄赣英,王弋,等. 超声引导在外周静脉穿刺困难者中应用效果的 Meta 分析[J]. 浙江医学, 2019, 41(17):1856-1860.
- [28] Bahl A, Hang B, Brackney A, et al. Standard long IV catheters versus extended dwell catheters: a randomized comparison of ultrasound-guided catheter survival[J]. Am J Emerg Med, 2019, 37(4):715-721.
- [29] 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.
- [30] Eun J O, Lee J H, Kwon E J, et al. Simulation-based training using a vessel phantom effectively improved first attempt success and dynamic needle-tip positioning ability for ultrasound-guided radial artery cannulation in real