doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2505072

标准·方案·指南

床旁超声指导新生儿经外周静脉置入中心静脉穿刺术临床实践指南（2026）

亚太卫生健康协会儿科医学分会；亚欧儿童新生儿重症超声研究会；
北京整合医学学会新生儿重症医学分会；《中国当代儿科杂志》编辑部

［摘要］经外周静脉置入中心静脉穿刺术（peripherally inserted central catheter, PICC）是新生儿重症监护病房必备的常规技术，也是重要的生命支持技术。近年来，床旁超声引导下的导管置入术及导管尖端超声定位技术在新生儿临床中广泛应用，相比于传统方法优势明显。该指南依据现有可获得的证据资料，依托国内该领域有实践经验的专家，制定出适合中国国情的新生儿超声监测下血管选择、超声引导下PICC置管及PICC尖端超声定位临床实践指南。该指南针对10个关键临床问题形成了22条推荐意见，内容涵盖PICC置管前血管选择、置管过程中超声引导定位、置管后动态监测及疑难问题解决等关键技术环节，旨在推动该技术在我国新生儿重症监护病房的规范应用，减少并发症，提高安全性。［中国当代儿科杂志，2026，28（2）：135-146］

［关键词］床旁超声；经外周静脉置入中心静脉穿刺术；超声监测；超声引导；超声定位；新生儿

Clinical practice guideline for point-of-care ultrasound-guided peripherally inserted central catheter placement in neonates (2026)

Asia-Pacific Health Association Pediatric Medicine Branch; Asian-European Research Society for Pediatric and Neonatal Critical Ultrasound; Beijing Association of Holistic Integrative Medicine Neonatal Critical Care Medicine Branch; Editorial Board of Chinese Journal of Contemporary Pediatrics (Liu J, Email: liujingbj@live.cn)

Abstract: Peripherally inserted central catheter (PICC) placement is an essential routine procedure in neonatal intensive care units and an important life-support technology. In recent years, point-of-care ultrasound-guided catheter insertion and ultrasound localization of catheter tips have been widely applied in neonatal practice and demonstrate clear advantages over traditional methods. This guideline was developed on the basis of currently available evidence and the practical experience of domestic experts, and it is tailored to the Chinese context. It provides clinical practice recommendations for ultrasound-monitored vascular selection, ultrasound-guided PICC cannulation, and ultrasound localization of the PICC tip. In total, 22 recommendations addressing 10 key clinical questions are presented, covering pre-insertion vascular selection, intra-procedural ultrasound-guided localization, post-insertion dynamic monitoring, and troubleshooting of difficult scenarios. The aim is to promote standardized application of this technology in neonatal intensive care units in China, reduce complications, and improve safety.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(2): 135-146]

Key words: Point-of-care ultrasound; Peripherally inserted central catheter; Ultrasound monitoring; Ultrasound guidance; Ultrasound localization; Neonate

经外周静脉置入中心静脉穿刺术（peripherally inserted central catheter, PICC）是新生儿重症监护病房（neonatal intensive care unit, NICU）必备的常规技术和重要的生命支持技术。如何将导管准确置入理想位置并对尖端进行准确定位及监测是确保置管成功的关键。长期以来，在实施血管置管尤其在PICC置管时，操作者通常借助皮肤表面血管的解剖标志选择血管，并在置管后采用X线对导管尖端进行定位，这种传统置管方法存在一次性置管成功率偏低、并发症相对多及定位不够精确

［收稿日期］2025-05-16；［接受日期］2026-01-12
［通信作者］刘敬，男，博士，主任医师，教授，首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院。Email：liujingbj@live.cn。

等缺点。随着床旁重症超声技术在新生儿领域的广泛应用，在超声引导下置入导管和对导管尖端采用超声定位成为可能[1-2]。国外基于对成人和儿童血管通路建立的研究结果也表明，超声引导下导管置入术和超声定位技术优于传统置管技术[3-4]。近年来，虽然该技术在部分NICU也得到了较好的实施和开展[5-12]，但尚缺少相关指南以指导其在新生儿领域的规范应用和广泛开展。为此，特组织在该领域有实践经验的专家在查阅国内外相关证据文献的基础上制定《床旁超声指导新生儿经外周静脉置入中心静脉穿刺术临床实践指南（2026）》（以下简称本指南），内容涵盖PICC置管前血管选择、置管过程中超声引导和超声定位、疑难问题解决和置管后动态超声监测等关键技术环节，旨在推动该技术在我国NICU内的规范应用，从而减少并发症的发生，提高安全性。

1 指南制订方法

本指南参照《世界卫生组织指南制订手册（第2版）》[13]、指南研究与评价工具Ⅱ[14]和卫生保健实践指南报告清单[15]所提供的方法制订，于2025年2月20日前完成计划书撰写，并于2025年2月25日在国际实践指南注册与透明化平台（http://guidelines-registry.cn）注册并上传计划书，注册号为PREPA RE-2025CN233。

1.1 指南发起机构与专家组构成

本指南由亚太卫生健康协会儿科医学分会、亚欧儿童新生儿重症超声研究会、北京整合医学学会新生儿重症医学分会和《中国当代儿科杂志》编辑部共同发起，由首都医科大学附属北京妇产医院具体负责实施，由中国医学科学院医学信息研究所提供方法学和证据评价支持。成立了由新生儿科医师、新生儿科护士、医学影像学专家、循证医学专家和伦理学专家等组成的专家组，包括指导专家委员会、文献检索组、证据评价与方法学组、指南制订专家组和外审专家组等。其中，指南制订专家组成员符合以下条件：（1）所在科室已开展超声引导下导管置管术或/和导管尖端超声定位技术；（2）参与者本人掌握超声引导下导管置管术或/和导管尖端超声定位技术；（3）以第一作者、通信作者或共同作者身份在中文核心期刊或PubMed、Web of Science收录期刊发表过相关论文者优先考虑。

1.2 指南使用者与目标人群

本指南的目标使用对象为新生儿科和儿科医师和护士、超声科医师，目标人群为在新生儿病房内住院且需接受PICC置管的患儿，包括但不限于：（1）需要输注静脉营养液≥5 d、输注高渗性（>600 mOsm/L）液体、需要输注强酸性（pH<5.0）或强碱（pH>9）液体或药物的患儿[16]；（2）脐静脉置管失败或已拔除但仍需建立血管通路的患儿[16-17]；（3）需要建立血管通路的先天性心脏病患儿[18-20]。

1.3 临床问题遴选

执笔专家根据长期开展该技术所涉及的关键技术，结合相关文献初步拟定相关临床问题，并在征求开展该技术的其他临床医师、护士及部分患儿监护人意见的基础上，提出、归纳和整理出相关临床问题103项。在综合考虑目标人群偏好、干预措施成本和平衡利弊后，再经指南制订专家通过线上和线下会议讨论，选定了25个与该技术密切相关、涵盖各关键环节和细节的关键临床问题，针对这25个关键临床问题设计了改良德尔菲调查问卷并进行2轮调查。根据前2轮调查结果，再次组织指南制订专家进行线上讨论，最终确定14个关键临床问题和32条建议，并针对这些问题和建议进行了第3轮德尔菲问卷调查。

1.4 证据文献检索与更新

由文献检索组负责文献检索和筛选。基于人群、干预、对照和结局（population, intervention, comparison, and outcome, PICO）原则，对拟解决的14个关键临床问题进行解析后，以MeSH主题词和自由词相结合的检索策略进行系统检索。中文检索词包括经外周静脉穿刺置入中心静脉导管、浅静脉-腔静脉导管、超声引导、尖端导航、超声定位、婴儿、新生儿、早产儿等，英文检索词包括peripherally inserted central catheter、epicutaneo-caval catheter、ultrasound guidance、tip navigation、ultrasonic localization、infant、newborn、neonate、newborn infant、premature infant等。检索数据库包括PubMed、MEDLINE、Web of Science、Cochrane Library、中国生物医学文献数据库、中华医学期刊全文数据库、中国知网、万方数据库等，限于中文和英文文献。每2个月更新一次文献，截至2025年10月31日。

文献纳入标准：（1）临床实践指南和专家共识；（2）系统评价和Meta分析；（3）原始研究，

如随机对照研究、观察性研究等。参考标准：（1）病例系列研究、临床经验总结；（2）在中文核心期刊、PubMed和SCI收录期刊发表的专家观点。排除标准：（1）非中英文文献；（2）社论、评论、专家述评、专家讲座和综述；（3）论文摘要、会议论文、指南/共识解读、读者来信（Letter）。最终纳入文献57篇，包括指南制订方法类5篇，支持推荐意见形成的证据文献52篇（指南类文献10篇、系统评价/Meta分析9篇、原始研究29篇、其他4篇）。

1.5 证据评价及分级

在证据评价与方法学组专家指导下，采用文献证据水平及推荐分级的评价、制订和评估（Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, GRADE）[21]对证据质量和推荐强度进行分级，专家组成员综合证据质量和推荐强度形成推荐意见。证据质量分为高、中、低和极低质量证据4个等级，推荐强度分为强推荐和弱推荐（表1）。另外，基于临床经验的推荐意见采用GRADE分级系统的补充文件，即良好实践声明（good practice statement, GPS）进行评价[21-22]。

表1 GRADE证据质量与推荐强度分级[21-22]

类别	标准
证据质量	
高（A）	对观察值有确切把握：观察值与真实值接近
中（B）	对观察值有中等把握：观察值与真实值可能接近，也可能差别较大
低（C）	对观察值的把握有限：观察值与真实值可能有很大差别
极低（D）	对观察值的把握非常有限：观察值与真实值可能相差非常大
推荐强度	
强（1）	干预措施实施后明显利大于弊或弊大于利
弱（2）	干预措施实施后，无论证据质量高低均显示利弊相当

1.6 推荐意见的形成

根据德尔菲问卷调查结果，将指南制订专家组对关键临床问题的认可度分为同意、基本同意、不确定和不同意4个等级。本指南拟定专家认可度（%）=（同意人数+基本同意人数）/参与指南制订专家人数×100%。为确保指南的科学性、实用性和可靠性，本指南对专家认可度≥85%的项目形成推荐意见。

指南制订专家组基于国内外现有证据，综合考虑证据质量、干预成本与利弊、德尔菲问卷调查结果、资源的可及性等，通过多轮线上线下讨论形成最终推荐意见；并根据GRADE证据等级，提出推荐建议。

1.7 指南撰写与外部评审

在指导专家委员会指导下，由执笔专家根据证据文献分析和德尔菲问卷调查结果、参考卫生保健实践指南报告清单[15]撰写指南讨论稿，再经指南制订专家线上和线下讨论形成指南初稿，继而根据外审专家评审意见进行修订和完善后形成指南终稿。

1.8 指南的传播、实施和更新

本指南拟在《中国当代儿科杂志》发表并开放获取，同时通过各种学术会议、学习班和多媒体等多种途径进行传播和推广。收集指南在应用过程中存在的问题及其对决策结果的影响，结合最新证据，按照国际指南更新方法和流程每5年更新一次。

1.9 资金资助与利益冲突声明

本指南在制订过程中未获得经费支持。所有参与本指南制订者均书面声明无利益冲突，包括但不限于基金或非基金资助、指南内容和署名排序等。

1.10 局限性和未来研究建议

虽然在超声监测下的导管置管术和导管尖端超声定位技术具有突出优势，但本指南仍存在一定局限性。一是本指南主要适用于对床旁超声技术掌握较好的单位，其他单位仍需在置管后参照X线定位；二是操作者依赖性，如要很好地开展这一技术需要接受培训。今后宜组织更多高质量多中心前瞻性研究，以进一步提高现有证据质量及证据级别；同时加强培训、克服技术壁垒，以更

好地促进该技术的普及和推广。

2 临床问题、推荐意见及推荐说明

2.1 问题1：PICC置管是否需要超声引导？

推荐意见1：推荐在超声引导下进行PICC置管，而非仅以血管体表解剖标志为基础置入导管（1A）。

推荐意见2：推荐使用高频线阵、高频凸阵或高频相控阵探头（2B）。

推荐说明：美国超声心动图学会发布的指南认为，超声引导下置管可显著增加新生儿和婴幼儿首次置管成功率、减少失败尝试次数和降低并发症发生率[4]。单中心研究显示，在超声引导下置管使一次性置管成功率由82.5%提高至100%（*P*<0.001），置管时间较传统方法缩短44%（*P*<0.001），导管相关并发症降低58.2%~79%（*P*<0.05）[8, 10]。一项由26个重症监护病房参与的前瞻性多中心研究的结果显示，在超声引导下置管使首次置管成功率提高了55.3%（*OR*=2.09，*P*<0.001），机械性并发症减少了87.5%（*OR*=0.47，*P*<0.05）[19]。在超声引导下的导管置管术还能够节约医疗资源，具有更好的社会经济效益[12, 23]。综合国内外多项指南、系统回顾和Meta分析及新生儿实际临床应用经验[1, 3-4, 16, 18, 24-31]，本指南强烈推荐在超声引导下实施新生儿PICC置管。由于新生儿和早产儿血管细小而肌肉和皮下脂肪较少，为了获得更好的分辨率，建议根据患儿体重选择高频线阵（如频率为18~4 MHz）、高频凸阵（如频率为9~2 MHz）或高频相控阵（如频率为9~4 MHz）探头，可以单独或联合使用[7-10, 19, 27]。

2.2 问题2：如何做好PICC置管前超声评估和血管选择？

推荐意见3：推荐在置管前使用超声评估血管走行情况、识别是否存在血管结构异常，以及在穿刺点附近是否存在需要避开的潜在结构（如动脉、神经等）（1A）。

推荐意见4：推荐置管时使用导管-静脉比值<1/3的血管（1A）。

推荐意见5：推荐上肢静脉置管宜选择贵要静脉，因贵要静脉与腋静脉之间无夹角，导管易于通过（1B）。

推荐意见6：推荐下肢静脉置管首选大隐静脉（great saphenous vein, GSV），采用以下步骤和方法（1B）。（1）获得GSV与股静脉（femoral vein, FV）连接的长轴切面：患儿平卧位，下肢外展45°，将探头置于腹股沟处并左右微调，获得GSV汇入FV的长轴切面。（2）测量GSV与FV间夹角：使用灰阶模式获得GSV汇入FV的长轴切面后，可进一步借助彩色多普勒超声验证GSV和FV走行，清晰显示其夹角，并进行测量。（3）选择置管静脉：选择GSV与FV间角度较小一侧肢体的GSV置管（图1）。

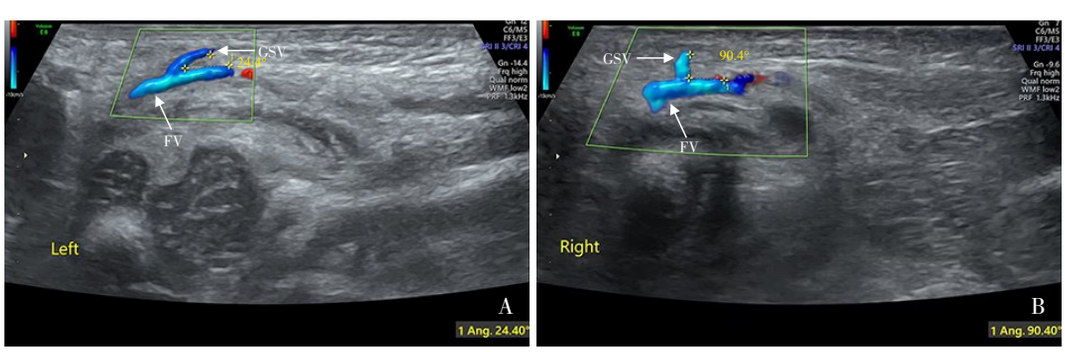


图1 超声监测指导下肢静脉血管选择 图A显示GSV与FV夹角较小（24.4°），图B显示GSV与FV夹角较大（90.4°）。GSV与FV夹角越小导管越容易通过，因此选择图A所示GSV置管。[GSV]大隐静脉；[FV]股静脉。

推荐说明：在置管前选择血管通路时，既要充分评估患儿的解剖结构、发育水平和生理功能，又要准确识别血管局部解剖结构、评估血管状况和避开潜在风险。置管时要避开静脉分支及静脉瓣，以免引起血管损伤等机械性并发症[10, 17, 24-28]。恰当的导管-静脉比值有助于减少置管过程中血管痉挛，提高置管成功率，减少血栓形成，保障血流通畅和降低静脉炎的发生率，在成人中认为该比值≤40%是恰当的，在45%~50%之间可能不合适，≥60%则肯定不合适[30]，而在新生儿中则建议

该比值在33%以下[17-18, 29]。经GSV置管时，由于GSV与FV之间夹角的变异度较大，夹角越大导管越不易通过。因此，置管前使用二维灰阶超声或/和彩色多普勒超声评估二者之间的夹角，并选择夹角较小一侧肢体的GSV进行置管，可显著提高成功率[8, 10]。

2.3 问题3：PICC置管前如何预测置管长度?

推荐意见7：推荐在置管前先用超声识别导管尖端理想位置，然后测量目标血管解剖走行在体表投影的长度作为置管参考长度（GPS）。

推荐说明：置管前预估导管长度是保障置管后导管尖端处于理想位置的第一步。虽然有多项研究根据体表测量或新生儿体重推导出估测导管长度的公式，但这些公式均以X线定位为“金标准”[31-36]；由于这些公式的预估结果与临床实际差距较大，故本指南未予推荐。鉴于X线定位的不准确性，而超声引导和超声定位的准确性和可靠性已被国内外广泛接受和认可，故推行置管前使用床旁超声选择血管、预估置管长度及置管后导管尖端超声定位势在必行[17-19, 26-30]。建议在置管前首先用超声识别出导管尖端理想位置，然后根据所选血管在体表解剖投影预估置管长度。

2.4 问题4：PICC置管过程中如何进行超声监测与引导?

推荐意见8：推荐在置管过程中，实时进行导管尖端导航，当导管送至预估长度后进行实时超声监测（1A）。（1）如超声显示导管尖端位置理想，即可固定导管；（2）如遇导管尖端位置过深或过浅，需在实时超声下加以矫正；（3）如遇导管打折或异位，则在超声可视化下将导管退至一定刻度，在实时超声引导下再次将导管送入，直至导管尖端达到理想位置。

推荐说明：置管过程中超声引导导管前行，也称为尖端导航（tip navigation），避免在置管过程中误入静脉分支，及时发现导管打折和异位，从而能够极大提高置管成功率和缩短置管时间[8, 10, 36-40]。超声可以优化静脉的选择和引导静脉穿刺，能够实时尖端导航，从而确保置管术中导管尖端准确到达目标位置。近年来，文献强烈推荐采用置管术中实时超声引导和导管尖端超声定位法，因为它们不仅比传统方法更准确、更可靠，而且也更经济[23, 27, 40]，被认为是新生儿各种中心静脉通路建立中唯一可接受的尖端导航和定位方法[19, 29, 37-40]。

2.5 问题5：PICC置管后如何使用超声对导管尖端进行定位?

推荐意见9：当置入导管长度已达预测长度，能够顺利抽出血液且导管冲洗通畅无阻力感时，提示导管尖端位置可能正确，推荐进一步行超声监测确认（1A）。

推荐意见10：推荐PICC导管尖端最佳位置为位于距右心房不超过0.5 cm的上腔或下腔静脉内（图2）（1B）。

推荐意见11：推荐置管后使用超声对导管尖端进行定位，如超声显示导管尖端位置正确，则无需再进行X线成像；反之，需在超声引导下重新进行调整（1A）。

推荐意见12：推荐必要时快速注入少量生理盐水，于超声下观察湍流信号协助判断导管尖端所在位置（GPS）。

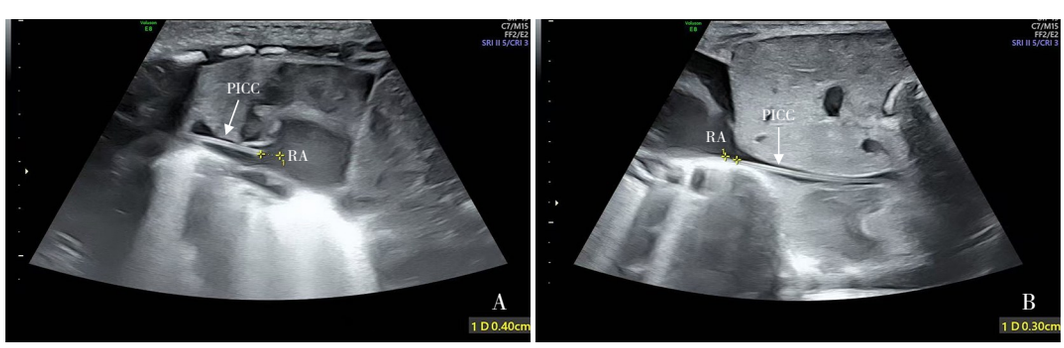


图2 PICC导管尖端超声定位 PICC导管在超声下呈清晰可见的“等号线”样高回声（箭头所示），故可在超声直视下准确测量导管尖端至右心房（RA）入口处的距离。图A：经上腔静脉置管，该图显示导管尖端至右心房入口处的距离为0.40 cm；图B：经下腔静脉置管，该图显示导管尖端至右心房入口处的距离为0.30 cm。

推荐说明：导管尖端位置是否准确与导管相关并发症发生率密切相关。一项涉及 1 266 例次 PICC 置管的回顾性分析结果显示，导管尖端位置不准确使并发症的发生率增加 8.28 倍（95%*CI*：5.11~13.43）[41]。由于 X 线获得的图像是一种“静止”的非实时图像且受体位影响较大，故准确性相对较低[12]。在置管后，导管可因患儿活动、膈肌运动、患儿身长增加等原因发生移位或异位，造成胸腔积液、腹水、心律失常、心脏压塞等并发症，故需定期监测导管尖端位置。但 X 线由于辐射损伤、搬动设备困难等原因不宜在新生儿中频繁使用，而床旁超声具有无辐射、便捷、快速、实时、准确性高等优势，在危重症新生儿需要紧急处置情况下显得更为重要[5-7, 12, 30, 41-44]。一项 Meta 分析显示，超声确认导管尖端位置的灵敏度为 95.2%（95%*CI*：91.9%~97.4%），特异度为 71.4%（95%*CI*：59.4%~81.6%）[45]。另有研究表明，超声监测技术使一次性置管成功率可达 100%[46]，导管尖端定位准确率提高 35.1%，灵敏度提高 52.3%，特异度提高 26.8%，并成功挽救了传统方法 89.2% 的置管失败[47]。如果存在置管未达到预测长度、回抽血液不畅等迹象，提示导管尖端位置可能不正确，需重新评估并在实时超声下予以调整；如出现心律失常、心脏压塞等严重并发症，则需立即拔除导管。如置入导管长度已达预测长度、无打折和异位、抽血和冲管顺畅且无阻力，提示导管置入基本成功。但最可靠的方法是超声检查显示导管尖端处于理想位置，如超声显示导管尖端位置正确则无需再进行 X 线验证[12, 18, 47-48]；否则，需在超声引导下重新进行调整。

2.6 问题 6：PICC 尖端超声定位具体操作方法如何？

推荐意见 13：推荐上肢静脉置管导管尖端超声定位采取以下操作方法（1B）。（1）获取无名静脉汇入上腔静脉连接处切面：患儿平卧位，探头置于胸骨上窝处，与胸壁垂直，并稍向右侧偏转探头，即可显示无名静脉汇入上腔静脉连接处切面。（2）获取上腔静脉入右心房连接处切面：患儿平卧位，上肢外展 45°，探头纵向放置于胸骨柄处，与胸壁垂直获取心脏短轴切面，然后稍向右侧偏转探头，即可获取上腔静脉汇入右心房连接处切面，进而可以测量 PICC 导管尖端至右心房入口处距离。

推荐意见 14：推荐下肢静脉置管导管尖端超声定位采取以下操作方法（1B）。（1）获取下腔静脉与腹主动脉平行切面：患儿平卧位，探头置于右侧近腋中线处，上界与第 8~10 肋平齐，与肋骨垂直进行扫描，必要时可稍向前或向后移动或偏转探头方向，即可获得下腔静脉和腹主动脉平行切面，确认导管在下腔静脉内。（2）获取下腔静脉汇入右心房切面：患儿平卧位，下肢外展 45°，探头置于剑突下，与胸壁垂直获取左肝正中矢状切面，然后稍向右侧偏转探头，即可获取下腔静脉汇入右心房切面，进而测得 PICC 导管尖端至右心房入口处距离。

推荐说明：准确判断和定位导管尖端位置是确保置管成功的关键环节之一，导管尖端超声定位所采用的解剖标志与传统 X 线定位完全不同[27]。由于传统依据体表标志选择穿刺点进行的置管类似于“盲穿”，且采用 X 线定位往往尖端位置偏深、导管异位发生率高，因而心包积液、胸腔积液、心律失常等并发症发生率较高[47-48]。在超声引导下的置管和超声定位，显著提高了新生儿一次性置管成功率，并使置管耗时缩短 50% 左右，并发症也显著减少[4-12]，加之其所拥有的“可视化”优势而获得国内外广泛认可，并被多个指南所推荐[1, 3-4, 16, 18, 26, 30, 37]。

2.7 问题 7：PICC 遇到置管或定位困难时如何处置？

推荐意见 15：推荐当在置管过程中遇到送管困难时，在超声实时监测下引导导管置入（1A）。

推荐意见 16：推荐当存在下腔静脉变异时，采取以下策略。（1）更换血管置管。（2）将患儿体位调整为侧卧位，在实时超声引导下送管；必要时可联合无菌生理盐水脉冲式冲管（GPS）。

推荐意见 17：推荐当肺水肿较重或腹部气体较多时，导管尖端超声定位采取以下操作方法（1C）。（1）经上腔静脉置管时，如肺水肿较重使导管显示不清，将探头置于左锁骨下方，与胸壁垂直进行纵向扫查，必要时沿顺时针方向稍旋转或稍向右侧偏转探头，即可获取上腔静脉汇入右心房切面。（2）经下腔静脉置管时，如腹部气体较多使导管显示不清，可将探头置于剑突右侧肋缘下并稍向右偏转探头，即可获取下腔静脉汇入右心房切面，进而测得 PICC 导管尖端至右心房入口处距离。

推荐说明：穿刺困难或置管困难是实际工作

中经常遇见的疑难问题，为解决这一难题，首先要提高操作者的穿刺技术和操作技巧，并在实时超声监测引导下置管。下腔静脉变异是置管时经常遇到的现象，在这种情况下，建议首先更换血管置管；如只能从下肢静脉置管，则需改变患儿体位，并在实时超声引导下置管。腹部气体较多和严重肺水肿均是常见临床问题，由于它们影响声束的传播和反射，使得上述定位操作方法难以获得上、下腔静脉汇入右心房入口切面。此时，采用本指南推荐的方法常能够获得满意结果，如定位时受到胸骨及肋骨影响时也可采用该定位技巧以提高成功率[6-8, 10]。

2.8 问题 8：PICC 置管后如何固定导管？

推荐意见 18：推荐在 PICC 置管完成后，用无菌透明敷料联合弹性医用胶带固定导管体外部分（1B）。

推荐说明：当超声检查显示导管尖端处于理想位置后，即应对导管体外部分予以妥善固定，这是保障后续正常使用的关键步骤之一。通常在用无菌透明敷料固定导管体外部分后，再用 Y 型弹性医用胶带固定导管末端部分，临床实践证实该固定方法不但操作简便，且稳定性更好[6-8, 10-11, 17, 23]，也便于观察穿刺点有无渗血或感染等局部并发症。

2.9 问题 9：PICC 置管后如何进行动态超声监测与随访？

推荐意见 19：推荐在置管后 48 h 内进行首次复查，以后至少每周复查一次；并在拔除导管前常规超声监测（2C）。

推荐意见 20：推荐在疑有导管相关并发症时，随时进行超声监测（1A）。

推荐说明：一项包含 1 967 例儿童中心静脉置管相关血栓形成危险因素的多中心、前瞻性队列研究结果显示，导管相关性静脉血栓形成的发生率高达 5.9%，其中 80% 发生于 PICC 置管患儿；血栓形成发生在置管后第 1~160 天，中位数为 14 d[49]。因此，在导管使用和维护期间，需要对导管在体内的情况进行动态监测随访，对了解导管情况和及时发现严重导管相关性并发症，防止预后不良具有重要意义[37, 39, 41-45]。原因有：（1）患儿体位改变、呼吸运动、快速生长发育等均会导致导管尖端位置改变，需要定期复查；（2）动态复查有助于及时发现潜在并发症，如导管相关性血栓形成和机械性并发症等；（3）当置管患儿出现原因不明的呼吸困难、心律失常、发绀时，需立即启动超声监测程序。

2.10 问题 10：如何做好 PICC 培训与质量控制？

推荐意见 21：推荐操作者在实施该技术前首先接受培训，在导师指导下完成模型模拟操作和临床操作训练（1A）。

推荐意见 22：推荐建立资质认证和质量改进制度（2B）。（1）操作者应首先取得 PICC 置管资质，并在实施该技术前通过超声技术培训；（2）建立质量指标、不良事件动态监测报告和持续改进制度。

推荐说明：越来越多的证据表明，通过规范化培训能够提高操作的准确性和有效性[29, 47]。通常，在导师指导下完成 20 例模型模拟操作训练和 10 例临床操作训练，并通过考核者可基本开展该技术[46-48, 50-51]。培训方法可多种多样，如回顾教学、仿真模拟训练、网络学习、临床操作实践等[46-47, 51]。基础知识培训内容包括但不限于无菌技术和感染控制培训、超声成像基本原理培训、血管解剖结构辨认和潜在并发症识别等。基本技能培训内容包括但不限于超声基本操作技能、准确识别目标血管周围解剖结构的能力、能够识别最佳置入部位、在超声引导下导管置入及准确将导管尖端送至理想部位的能力、导管尖端超声定位能力、置管不顺利及并发症风险的处置能力等。

建立持续系统性质量改进制度的目的在于加强导管相关性感染、堵管、意外拔管、血栓等不良事件的上报及持续质量改进，有助于减少导管相关并发症的发生，减少不必要的 X 线检查，节约成本，同时提高整体医疗质量[29, 52-54]。质量改进的要点包括但不限于建立质量指标监测系统、进行不良事件根本原因分析、季度图像质量评估以及盲法操作录像分析等[54-56]，这些措施有助于识别质量缺陷，优化操作和改善患儿管理质量。

3 小结

众多证据充分显示了超声引导下 PICC 置管和 PICC 尖端超声定位技术具有突出优势，本指南将有助于指导超声引导 PICC 置管和 PICC 尖端超声定位技术在我国新生儿领域更好地开展和应用。本指南对 10 个关键临床问题形成了 22 条推荐意见（表 2），专家对每一条推荐意见的认可度均在 90% 以上，说明本指南具有广泛认可度；另外，参与

本指南制订者均为有实践经验的专家，故适合临床应用。置管过程中需注意对患儿生命体征的监测，注意保暖（置管过程中及置管结束后患儿体温应不低于36℃）。需要指出的是，在熟练掌握超声技术之前，借助X线进行定位仍是必要且合理的。此外，本指南针对床旁超声引导下置管术和导管尖端超声定位技术进行推荐，PICC置管其他相关问题（如置管适应证、导管相关并发症及处置等）未被涉及，仍需参阅《新生儿经外周置入中心静脉导管操作及管理指南（2021）》[16]和《儿童静脉输液治疗临床实践循证指南》[57]。

表2　临床问题与推荐意见汇总表

临床问题	推荐意见	证据等级与推荐强度#
PICC置管是否需要超声引导	1. 推荐在超声引导下进行PICC置管，而非仅以血管体表解剖标志为基础置入导管	1A
	2. 推荐使用高频线阵、高频凸阵或高频相控阵探头	2B
如何做好PICC置管前超声评估和血管选择	3. 推荐在置管前使用超声评估血管走行情况、识别是否存在血管结构异常，以及在穿刺点附近是否存在需要避开的潜在结构（如动脉、神经等）	1A
	4. 推荐置管时使用导管–静脉比值<1/3的血管	1A
	5. 推荐上肢静脉置管宜选择贵要静脉，因贵要静脉与腋静脉之间无夹角，导管易于通过	1B
	6. 推荐下肢静脉置管首选GSV，采用以下步骤和方法。（1）获得GSV与FV连接的长轴切面：患儿平卧位，下肢外展45°，将探头置于腹股沟处并左右微调，获得GSV汇入FV的长轴切面。（2）测量GSV和FV间夹角：使用灰阶模式获得GSV汇入FV的长轴切面后，可进一步借助彩色多普勒超声验证GSV和FV走行，清晰显示其夹角，并进行测量。（3）选择置管静脉：选择GSV与FV间角度较小一侧肢体的GSV置管	1B
PICC置管前如何预测置管长度	7. 推荐在置管前先用超声识别导管尖端理想位置，然后测量目标血管解剖走行在体表投影的长度作为置管参考长度	GPS
PICC置管过程中如何进行超声监测与引导	8. 推荐在置管过程中，实时进行导管尖端导航，当导管送至预估长度后进行实时超声监测。（1）如超声显示导管尖端位置理想，即可固定导管；（2）如遇导管尖端位置过深或过浅，需在实时超声下加以矫正；（3）如遇导管打折或异位，则在超声可视化下将导管退至一定刻度，在实时超声引导下再次将导管送入，直至导管尖端达到理想位置	1A
PICC置管后如何使用超声对导管尖端进行定位	9. 当置入导管长度已达预测长度，能够顺利抽出血液且导管冲洗通畅无阻力感时，提示导管尖端位置可能正确，推荐进一步行超声监测确认	1A
	10. 推荐PICC导管尖端最佳位置为位于距右心房不超过0.5 cm的上腔或下腔静脉内	1B
	11. 推荐置管后使用超声对导管尖端进行定位，如超声显示导管尖端位置正确，则无需再进行X线成像；反之，需在超声引导下重新进行调整	1A
	12. 推荐必要时快速注入少量生理盐水，于超声下观察湍流信号协助判断导管尖端所在位置	GPS
PICC尖端超声定位具体操作方法如何	13. 推荐上肢静脉置管导管尖端超声定位采取以下操作方法。（1）获取无名静脉汇入上腔静脉连接处切面：患儿平卧位，探头置于胸骨上窝处，与胸壁垂直，并稍向右侧偏转探头，即可显示无名静脉汇入上腔静脉连接处切面。（2）获取上腔静脉入右心房连接处切面：患儿平卧位，上肢外展45°，探头纵向放置于胸骨柄处，与胸壁垂直获取心脏短轴切面，然后稍向右侧偏转探头，即可获取上腔静脉汇入右心房连接处切面，进而可以测量PICC导管尖端至右心房入口处距离	1B
	14. 推荐下肢静脉置管导管尖端超声定位采取以下操作方法。（1）获取下腔静脉与腹主动脉平行切面：患儿平卧位，探头置于右侧近腋中线处，上界与第8~10肋平齐，与肋骨垂直进行扫描，必要时可稍向前或向后移动或偏转探头方向，即可获得下腔静脉和腹主动脉平行切面，确认导管在下腔静脉内。（2）获取下腔静脉汇入右心房切面：患儿平卧位，下肢外展45°，探头置于剑突下，与胸壁垂直获取左肝正中矢状切面，然后稍向右侧偏转探头，即可获取下腔静脉汇入右心房切面，进而测得PICC导管尖端至右心房入口处距离	1B
PICC遇到置管或定位困难时如何处置	15. 推荐当在置管过程中遇到送管困难时，在超声实时监测下引导导管置入	1A
	16. 推荐当存在下腔静脉变异时，采取以下策略。（1）更换血管置管。（2）将患儿体位调整为侧卧位，在实时超声引导下送管；必要时可联合无菌生理盐水脉冲式冲管	GPS
	17. 推荐当肺水肿较重或腹部气体较多时，导管尖端超声定位采取以下操作方法。（1）经上腔静脉置管时，如肺水肿较重使导管显示不清，将探头置于左锁骨下方，与胸壁垂直进行纵向扫查，必要时沿顺时针方向稍旋转或稍向右侧偏转探头，即可获取上腔静脉汇入右心房切面。（2）经下腔静脉置管时，如腹部气体较多使导管显示不清，可将探头置于剑突右侧肋缘下并稍向右偏转探头，即可获取下腔静脉汇入右心房切面，进而测得PICC导管尖端至右心房入口处距离	1C

表2（续）

临床问题	推荐意见	证据等级与推荐强度#
PICC 置管后如何固定导管	18. 推荐在PICC置管完成后，用无菌透明敷料联合弹性医用胶带固定导管体外部分	1B
PICC 置管后如何进行动态超声监测与随访	19. 推荐在置管后48 h内进行首次复查，以后至少每周复查一次；并在拔除导管前常规超声监测	2C
	20. 推荐在疑有导管相关并发症时，随时进行超声监测	1A
如何做好 PICC 培训与质量控制	21. 推荐操作者在实施该技术前首先接受培训，在导师指导下完成模型模拟操作和临床操作训练	1A
	22. 推荐建立资质认证和质量改进制度。（1）操作者应首先取得PICC置管资质，并在实施该技术前通过超声技术培训；（2）建立质量指标、不良事件动态监测报告和持续改进制度	2B

注：#A、B、C分别表示高、中、低证据质量；1、2分别表示强推荐、弱推荐；GPS为良好实践声明。［PICC］经外周静脉置入中心静脉穿刺术；［GSV］大隐静脉；［FV］股静脉。

执笔人：任晓玲、郭雅丽、蒋鹏、张娴、刘敬

首席专家：刘敬（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）

指导专家委员会（按专家姓名拼音排序）：丁欣（苏州大学附属儿童医院新生儿科）、富建华（中国医科大学附属盛京医院新生儿科）、梅梅（中国医学科学院医学信息研究所）、史源（重庆医科大学附属儿童医院新生儿科）、唐军（四川大学华西第二医院儿科）、王萍（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、王晓曼（首都医科大学附属北京儿童医院超声科）、杨于嘉（《中国当代儿科杂志》编辑部）、余小河（中南大学湘雅医院儿科）、周晓光（中山大学附属第八医院新生儿科）

指南制订专家组（按专家姓名拼音排序）：包敏（首都医科大学附属首都儿童医学中心）、宝凌云（昆明市儿童医院）、毕晓飞（哈尔滨医科大学附属第六医院）、蔡文瑜（首都医科大学附属北京朝阳医院）、岑家根（贵州省黔西南州人民医院）、陈亚娟（首都医科大学附属北京朝阳医院）、邓碧滢（东莞市儿童医院）、符宗敏（昆明医科大学第二附属医院）、郭彬彬（哈尔滨医科大学附属第六医院）、郭雅丽（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、何华云（重庆医科大学附属儿童医院）、黄荔涵（厦门大学附属妇女儿童医院/厦门市妇幼保健院）、黄茹（昆明医科大学第二附属医院）、黄惜华（广东省第二人民医院）、蒋鹏（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、金梅（成都市妇女儿童中心医院）、李荣斌（厦门市第三医院）、李珠君（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、列锦艮（东莞市儿童医院）、刘海飞（沈阳安联妇婴医院）、刘敬（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、刘学秀（重庆医科大学附属儿童医院）、刘雅菲（中南大学湘雅医学院附属株洲医院）、刘云峰（北京大学第三医院）、邱钧钰（赣南医科大学第一附属医院）、任晓玲（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、容志惠（华中科技大学同济医学院附属同济医院）、单瑞艳（烟台毓璜顶医院）、谭媛（桂林医科大学第一附属医院）、汪清（赣南医科大学第一附属医院）、王靓（华中科技大学同济医学院附属同济医院）、王肖肖（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、魏晶（聊城市人民医院）、吴俊波（华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院/武汉市妇幼保健院）、谢彩璇（东莞市儿童医院）、游楚明（广东省第二人民医院）、张娴（昆明医科大学第二附属医院）、赵继华（恩施土家族苗族自治州中心医院）、周熙惠（西安交通大学第一附属医院）、朱丽敏（首都医科大学附属北京朝阳医院）

文献检索组（按专家姓名拼音排序）：郭彬彬（哈尔滨医科大学附属第六医院）、蒋鹏（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、刘敬（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、任晓玲（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、张娴（昆明医科大学第二附属医院）

证据评价与方法学组（按专家姓名拼音排

序）：邓芳明（《中国当代儿科杂志》编辑部）、李文斌（华中科技大学同济医学院附属同济医院）、刘婷（首都医科大学附属北京妇产医院图书馆/北京妇幼保健院）、刘尊杰（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、毛健（中国医科大学附属盛京医院）、梅梅（中国医学科学院医学信息研究所）、余章斌（深圳市人民医院/暨南大学第二临床医学院）

外审专家组（按专家姓名拼音排序）：蔡成（上海交通大学医学院附属儿童医院新生儿科）、刘庆华（山东大学附属儿童医院超声科）、汤泽中（北京大学第一医院儿科）、王亚娟（首都医科大学附属首都儿童医学中心新生儿科）、夏世文（华中科技大学同济医学院附属湖北妇幼保健院新生儿科）

秘书组（按专家姓名拼音排序）：郭雅丽（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、蒋鹏（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、王肖肖（首都医科大学附属北京妇产医院/北京妇幼保健院）、张娴（昆明医科大学第二附属医院）

志谢：感谢首都医科大学附属北京妇产医院医学伦理学办公室王春水老师在伦理学方面提供的建议和帮助，感谢患儿监护人及新生儿科全体成员在指南制订过程中给予的工作支持。

［参 考 文 献］

[1] Elsayed Y, Wahab MGA, Mohamed A, et al. Point-of-care ultrasound (POCUS) protocol for systematic assessment of the crashing neonate: expert consensus statement of the international crashing neonate working group[J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(1): 53-66. PMID: 36239816. PMCID: PMC9829616. DOI: 10.1007/s00431-022-04636-z.

[2] Liu J, Guo YL, Ren XL. No critical ultrasound, no life: the value of point-of care critical ultrasound in the rescue of critically ill infants[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(24): 3624. PMID: 38132208. PMCID: PMC10743008. DOI: 10.3390/diagnostics13243624.

[3] Bouaziz H, Zetlaoui PJ, 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. PMID: 25829319. DOI: 10.1016/j. accpm. 2015.01.004.

[4] 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. PMID: 39909653. DOI: 10.1016/j.echo.2024.12.004.

[5] 任晓玲, 陈亚娟, 刘敬, 等. 超声监测在新生儿经皮外周静脉置入中心静脉导管尖端定位中的应用[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2019, 34(18): 1398-1401. DOI: 10.3760/cma.j. issn.2095 -428x. 2019.18.010.

[6] Sharma D, Farahbakhsh N, Tabatabaii SA. Role of ultrasound for central catheter tip localization in neonates: a review of the current evidence[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2019, 32(14): 2429-2437. PMID: 29397784. DOI: 10.1080/14767058.2018.1437135.

[7] Ren XL, Li HL, Liu J, et al. Ultrasound to localize the peripherally inserted central catheter tip position in newborn infants[J]. Am J Perinatol, 2021, 38(2): 122-125. PMID: 31412404. DOI: 10.1055/s-0039-1694760.

[8] 任晓玲, 陈亚娟, 刘敬, 等. 新生儿经外周置入中心静脉导管尖端位置超声定位技术的改进[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(24): 1896-1899. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20210604-00642.

[9] 陈川, 杨太珠, 张波, 等. 床旁超声监测早产儿上肢PICC尖端定位的临床价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2021, 32(12): 860-864. DOI: 10.12117/jccmi.2021.12.007.

[10] Ren XL, Wang M, Wei YR, et al. Ultrasound to guided epicutaneo-caval catheter insertion in newborn infants[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 1022796. PMID: 36479283. PMCID: PMC9720736. DOI: 10.3389/ fped.2022.1022796.

[11] Grasso F, Capasso A, Pacella D, et al. Ultrasound guided catheter tip location in neonates: a prospective cohort study[J]. J Pediatr, 2022, 244: 86-91.e2. PMID: 34971654. DOI: 10.1016/j.jpeds. 2021.12.059.

[12] Rossi S, Jogeesvaran KH, Matu E, et al. Point-of-care ultrasound for neonatal central catheter positioning: impact on X-rays and line tip position accuracy[J]. Eur J Pediatr, 2022, 181(5): 2097-2108. PMID: 35152306. DOI: 10.1007/s00431-022-04412-z.

[13] World Health Organization. WHO Handbook for Guideline Development, 2nd edition[EB/OL]. (2014-12-18) [2025-05-10]. https://www.who.int/publications/i/item/9789241548960.

[14] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. CMAJ, 2010, 182(18): E839-E842. PMID: 20603348. PMCID: PMC3001530. DOI: 10.1503/cmaj.090449.

[15] Chen Y, Yang K, Marušic A, et al. A reporting tool for practice guidelines in health care: the RIGHT statement[J]. Ann Intern Med, 2017, 166(2): 128-132. PMID: 27893062. DOI: 10.7326/M16-1565.

[16] 中国医师协会新生儿科医师分会循证专业委员会. 新生儿经外周置入中心静脉导管操作及管理指南（2021）[J]. 中国当代儿科杂志, 2021, 23(3): 201-212. PMID: 33691911. PMCID: PMC7969181. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2101087.

[17] Mitchell EO, Jones P, Snelling PJ. Ultrasound for pediatric peripheral intravenous catheter insertion: a systematic review[J]. Pediatrics, 2022, 149(5): e2021055523. PMID: 35445257. DOI: 10.1542/peds. 2021-055523.

[18] McNamara PJ, Jain A, El-Khuffash A, et al. Guidelines and recommendations for targeted neonatal echocardiography and cardiac point-of-care ultrasound in the neonatal intensive care unit: an update from the American Society of Echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2024, 37(2): 171-215. PMID: 38309835. DOI: 10.1016/j.echo.2023.11.016.

[19] Oulego-Erroz I, González-Cortes R, García-Soler P, et al. Ultrasound-guided or landmark techniques for central venous catheter placement in critically ill children[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(1): 61-72. PMID: 29196794. DOI: 10.1007/s00134-017-4985-8.

[20] Mohamed A, Mohamed A, Mohsen N, et al. Comparing malposition and complications associated with ultrasound-guided versus radiography-guided central catheter tip-position in neonates: a systematic review and meta-analysis[J]. Neonatology, 2025, 122(5): 537-547. PMID: 40203814. PMCID: PMC12091963. DOI: 10.1159/000545772.

[21] Yoshida M, Kinoshita Y, Watanabe M, et al. JSGE clinical practice guidelines 2014: standards, methods, and process of developing the guidelines[J]. J Gastroenterol, 2015, 50(1): 4-10. PMID: 25448314. DOI: 10.1007/s00535-014-1016-1.

[22] Guyatt GH, Alonso-Coello P, Schünemann HJ, et al. Guidelinepanels should seldom make good practice statements: guidance from the GRADE Working Group[J]. J Clin Epidemiol, 2016, 80: 3-7. PMID: 27452192. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2016.07.006.

[23] Seleznova Y, Brass P, Hellmich M, et al. Cost-effectiveness-analysis of ultrasound guidance for central venous catheterization compared with landmark method: a decision-analytic model[J]. BMC Anesthesiol, 2019, 19(1): 51. PMID: 30967124. PMCID: PMC6456944. DOI: 10.1186/s12871-019-0719-5.

[24] Paterson RS, Chopra V, Brown E, et al. Selection and insertion of vascular access devices in pediatrics: a systematic review[J]. Pediatrics, 2020, 145(Suppl 3): S243-S268. PMID: 32482738. DOI: 10.1542/peds.2019-3474H.

[25] Elli S, Bellani G, Cannizzo L, et al. Reliability of cutaneous landmarks for the catheter length assessment during peripherally inserted central catheter insertion: a retrospective observational study[J]. J Vasc Access, 2020, 21(6): 917-922. PMID: 32228229. DOI: 10.1177/1129729820911225.

[26] Anon. Practice guidelines for central venous access 2020: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access[J]. Anesthesiology, 2020, 132(1): 8-43. PMID: 31821240. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002864.

[27] Ye X, Li M. Comparison of ultrasound guided and conventional techniques for peripheral venous catheter insertion in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Front Pediatr, 2022, 9: 797705. PMID: 35198520. PMCID: PMC8859100. DOI: 10.3389/fped. 2021.797705.

[28] Dobrescu A, Constantin AM, Pinte L, et al. Effectiveness and safety of methods to prevent bloodstream and other infections and noninfectious complications associated with peripherally inserted central catheters: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Infect Dis, 2025: ciaf063. PMID: 39935387. DOI: 10.1093/cid/ciaf063. Epub ahead of print.

[29] Lin SY, Chiang MC, Wu WH, et al. Point-of-care ultrasound (POCUS) for tip localization of neonatal peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective study[J]. Pediatr Neonatol, 2024, 65(4): 375-380. PMID: 38114415. DOI: 10.1016/j.pedneo.2023.07.008.

[30] Ullman AJ, Bernstein SJ, Brown E, et al. The Michigan Appropriateness Guide for Intravenous Catheters in pediatrics: miniMAGIC[J]. Pediatrics, 2020, 145(Suppl 3): S269-S284. PMID: 32482739. DOI: 10.1542/peds.2019-3474I.

[31] 陈秀文, 周乐山, 谭彦娟, 等. 新生儿上肢静脉与下肢静脉 PICC 置管 效果比较的 Meta 分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2019, 21(12): 1164-1171. PMID: 31874653. PMCID: PMC7389005. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2019.12.003.

[32] Na HS, Kim JT, Kim HS, et al. Practical anatomic landmarks for determining the insertion depth of central venous catheter in paediatric patients[J]. Br J Anaesth, 2009, 102(6): 820-823. PMID: 19380312. DOI: 10.1093/bja/aep078.

[33] Perin G, Scarpa MG. Defining central venous line position in children: tips for the tip[J]. J Vasc Access, 2015, 16(2): 77-86. PMID: 25198821. DOI: 10.5301/jva.5000285.

[34] Verheij GH, te Pas AB, Smits-Wintjens VE, et al. Revised formula to determine the insertion length of umbilical vein catheters[J]. Eur J Pediatr, 2013, 172(8): 1011-1015. PMID: 23503982. DOI: 10.1007/s00431-013-1981-z.

[35] Chen IL, Ou-Yang MC, Chen FS, et al. The equations of the inserted length of percutaneous central venous catheters on neonates in NICU[J]. Pediatr Neonatol, 2019, 60(3): 305-310. PMID: 30217481. DOI: 10.1016/j.pedneo.2018.07.011.

[36] 蒋娜, 卿玲芳, 熊波, 等. 早产儿经大隐静脉行PICC置管最佳置管深度的临床研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(10): 1046-1052. PMID: 39467673. PMCID: PMC11527412. DOI: 10.7499/j.issn. 1008-8830.2406005.

[37] Zito Marinosci G, Biasucci DG, Barone G, et al. ECHOTIP-ped: a structured protocol for ultrasound-based tip navigation and tip location during placement of central venous access devices in pediatric patients[J]. J Vasc Access, 2023, 24(1): 5-13. PMID: 34256613. DOI: 10.1177/ 11297298211031391.

[38] Natile M, Ancora G, D'Andrea V, et al. A narrative review on tip navigation and tip location of central venous access devices in the neonate: intracavitary ECG or real time ultrasound? [J]. J Vasc Access, 2025, 26(4): 1115-1122. PMID: 39090995. DOI: 10.1177/11297298241259247.

[39] Brescia F, Pittiruti M, Spencer TR, et al. The SIP protocol update: eight strategies, incorporating rapid peripheral vein assessment (RaPeVA), to minimize complications associated with peripherally inserted central catheter insertion[J]. J Vasc Access, 2024, 25(1): 5-13. PMID: 35633065. PMCID: PMC10845830. DOI: 10.1177/11297298221099838.

[40] Rubortone SA, Costa S, Perri A, et al. Real-time ultrasound for tip location of umbilical venous catheter in neonates: a pre/post intervention study[J]. Ital J Pediatr, 2021, 47(1): 68. PMID: 33736669. PMCID: PMC7977571. DOI: 10.1186/s13052-021-01014-7.

[41] Racadio JM, Doellman DA, Johnson ND, et al. Pediatric peripherally inserted central catheters: complication rates related to catheter tip location[J]. Pediatrics, 2001, 107(2): E28. PMID: 11158502. DOI: 10.1542/peds.107.2.e28.

[42] Shikongo B, North N. Prevention of injuries in children with a peripheral intravenous catheter: a modified evidence-based nursing practice guideline[J]. Afr J Nurs Midwifery, 2023, 25(2): 1-19. DOI: 10.25159/2520-5293/13594.

[43] Oleti T, Jeeva Sankar M, Thukral A, et al. Does ultrasound guidance for peripherally inserted central catheter (PICC) insertion reduce the incidence of tip malposition? —a randomized trial[J]. J Perinatol, 2019, 39(1): 95-101. PMID: 30348962. DOI: 10.1038/s41372-018-0249-x.

[44] Sertic AJ, Connolly BL, Temple MJ, et al. Perforations associated with peripherally inserted central catheters in a neonatal population[J]. Pediatr Radiol, 2018, 48(1): 109-119. PMID: 28986615. DOI: 10.1007/s00247-017-3983-x.

[45] Doyle SC, Bergin NM, Young R, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound for localising peripherally inserted central catheter tips in infants in the neonatal intensive care unit: a systematic review and meta-analysis[J]. Pediatr Radiol, 2022, 52(12): 2421-2430. PMID: 35511256. PMCID: PMC9616767. DOI: 10.1007/s00247-022-05379-7.

[46] Sekiguchi H, Tokita JE, Minami T, et al. A prerotational, simulation-based workshop improves the safety of central venous catheter insertion: results of a successful internal medicine house staff training program[J]. Chest, 2011, 140(3): 652-658. PMID: 21659429. DOI: 10.1378/chest.10-3319.

[47] Kleidon TM, Takashima M, Rickard CM, et al. A prospective cohort study of technique and technology used to improve first time PIVC insertion success in hospitalised paediatric patients [J]. J Adv Nurs, 2025, 81(10): 6486-6503. PMID: 39917959. PMCID: PMC12460935. DOI: 10.1111/jan.16795.

[48] Andreatta P, Chen Y, Marsh M, et al. Simulation-based training improves applied clinical placement of ultrasound-guided PICCs [J]. Support Care Cancer, 2011, 19(4): 539-543. PMID: 20306091. DOI: 10.1007/s00520-010-0849-2.

[49] Jaffray J, Witmer C, O'Brien SH, et al. Peripherally inserted central catheters lead to a high risk of venous thromboembolism in children[J]. Blood, 2020, 135(3): 220-226. PMID: 31909784. DOI: 10.1182/blood.2019002260.

[50] 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. PMID: 31582569. DOI: 10.1136/bmjqs-2019-009923.

[51] Chen XX, Trivedi V, AlSaflan AA, et al. Ultrasound-guided regional anesthesia simulation training: a systematic review[J]. Reg Anesth Pain Med, 2017, 42(6): 741-750. PMID: 28759501. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000639.

[52] Dubbink-Verheij GH, Bekker V, Pelsma ICM, et al. Bloodstream infection incidence of different central venous catheters in neonates: a descriptive cohort study[J]. Front Pediatr, 2017, 5: 142. PMID: 28676849. PMCID: PMC5477168. DOI: 10.3389/fped.2017.00142.

[53] Balain M, Oddie SJ, McGuire W. Antimicrobial-impregnated central venous catheters for prevention of catheter-related bloodstream infection in newborn infants[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 2015(9): CD011078. PMID: 26409791. PMCID: PMC9240922. DOI: 10.1002/14651858. CD011078. pub2.

[54] Nakamuta S, Nishizawa T, Matsuhashi S, et al. Real-time ultrasound-guided placement of peripherally inserted central venous catheter without fluoroscopy[J]. J Vasc Access, 2018, 19 (6): 609-614. PMID: 29562841. DOI: 10.1177/1129729818765057.

[55] Rabindranath KS, Kumar E, Shail R, et al. Use of real-time ultrasound guidance for the placement of hemodialysis catheters: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Am J Kidney Dis, 2011, 58(6): 964-970. PMID: 22099570. DOI: 10.1053/j.ajkd.2011.07.025.

[56] Owen O, Mulkey DC, Nieves A. Quality improvement: using ultrasound-guided cannulation for difficult IV access in medical-surgical patients: a quality improvement project[J]. Am J Nurs, 2025, 125(2): 30-35. PMID: 39844229. DOI: 10.1097/AJN.0000000000000016.

[57] 儿童静脉输液治疗临床实践循证指南工作组 . 儿童静脉输液治疗临床实践循证指南[J]. 中国循证儿科杂志, 2021, 16(1): 1-42. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5501.2021.01.001.

（本文编辑：王颖）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）