

早产儿外周中心静脉导管置入部位与心包积液相关性的研究进展



吴 燕, 王小乔, 付红平, 杨 璞

武汉大学中南医院新生儿科 (武汉 430071)

【摘要】 经外周静脉置入中心静脉导管 (PICC) 安全性高, 具有稳定且持久的特点, 近年已广泛应用于新生儿重症监护室, 但在应用过程中仍存在血栓形成、心律失常等相关风险。PICC 相关性心包积液 (PICC-PE) 具有低发生率、高致死率的特点, 是新生儿中心静脉导管最严重的并发症之一。早产儿不同置入部位的 PICC 尖端稳定性存在差异, 且感染等相关并发症发生率也有所不同。本文从早产儿 PICC 的置入部位与 PICC-PE 的相关性、发病机制、影响因素及预防与护理等方面阐述最新进展, 旨在为后续探索个体化的 PE 风险预测模型提供参考, 从而降低该并发症的发病风险, 提高 PICC 在临床使用中的安全性。

【关键词】 经外周静脉置入中心静脉导管; 置入部位; 心包积液; 早产儿

【中图分类号】 R722.6 **【文献标识码】** A

Research progress on the correlation between PICC insertion site and catheterized pericardial effusion in premature infants

WU Yan, WANG Xiaoqiao, FU Hongping, YANG Pu

Department of Neonatology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: YANG Pu, Email: yangpu@whu.edu.cn

【Abstract】 Peripherally inserted central catheter (PICC) is safe, stable and durable, and has been widely used in neonatal intensive care units in recent years. However, there are still risks associated with thrombosis and arrhythmia in the process of application. PICC-associated pericardial effusion (PICC-PE) is characterized by a low incidence rate but high mortality rate, and it represents one of the most serious complications of central venous catheters in neonates. The stability of the PICC tip varies among different insertion sites in preterm infants, and the incidence of infection and other related complications also varies. This article describes the latest progress regarding the correlation between PICC insertion sites and PICC-PE in preterm infants, including its pathogenesis, influencing factors, prevention and care strategies. The aim is to provide a reference for the subsequent development of an individualized PE risk prediction model, thereby reducing the risk of this complication and improving the clinical safety of PICC.

【Keywords】 Peripherally inserted central catheter; Insertion site; Pericardial effusion; Preterm infant

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202412149

基金项目: 湖北省卫生健康委科研项目 (WJ2023M047)

通信作者: 杨璞, 博士, 副主任医师, Email: yangpu@whu.edu.cn

yxxz.whuzhmedj.com

早产儿指胎龄小于 37 周的新生儿, 根据出生胎龄可分为超早产儿 (胎龄 < 28 周)、极早产儿 (胎龄 28~31 周)、中晚期早产儿 (胎龄 32~36 周)^[1]。世界卫生组织数据显示, 2020 年全球有 1 340 万名早产儿出生, 占新生儿总数的 10%, 其中 < 32 周早产儿占有所有早产儿的 15%^[2], 我国早产儿发生率由 20 世纪 90 年代的 4%~5% 上升至 2020 年的 7%~10%, 呈逐年上升趋势^[1]。

经外周静脉置入中心静脉导管 (peripherally inserted central catheter, PICC) 指通过外周静脉穿刺, 将导管尖端置于中心静脉的医疗技术, 可为早产儿提供长期且稳定的静脉通道, 保护外周血管, 减少反复穿刺损伤和感染风险, 近年已广泛应用于新生儿重症监护室 (neonatal intensive care unit, NICU)^[3], 但在应用过程中仍存在心律失常、血栓形成等相关风险^[4]。其中, 危重患者更容易出现心包填塞等危及生命的并发症^[5]。

临床数据显示 25%~30% 的新生儿可能发生 PICC 相关并发症, 其中心包积液 (pericardial effusion, PE) 及心包填塞等并发症的发生率较低, 但一旦发生, 往往进展迅速且死亡率高^[6]。目前, 关于不同置入部位与 PICC 相关性 PE (PICC-PE) 的研究较少, 且多为个案报道。潘维伟团队^[7]和张雅慧团队^[8]的研究均指出 PICC-PE 的发生与上肢静脉置管后导管尖端位移有关; 而 Liang 等^[9]认为, 经上下肢置入的 PICC 导管尖端异位率无

显著性差异。本文系统综述早产儿 PE 的临床特征、PICC 与 PE 的相关性、发病机制、影响因素及其预防护理策略, 旨在为后续探索个体化的 PE 风险预测模型提供参考, 从而降低该并发症的发病风险, 提高 PICC 在临床使用中的安全性。

1 早产儿 PE 的临床特征

PE 是新生儿罕见并发症, 多为特发性或感染后出现, 若未及时识别及干预可进展为危及生命的心包填塞^[6]。新生儿心包腔正常液体约为 5 mL, 重度 PE 极易发生心包填塞和心源性休克^[10]。美国国家数据库显示, 儿科患者 PE 发生率为 0.1%, 新生儿为 0.28%; 在 PE 患儿的死亡病例中, 新生儿占比最高, 为 12.4%^[11]。早产儿发生 PE 的危险因素包括合并肺部疾病、先天性心脏病或感染等, 这些因素可增加血管损伤、炎症反应和心功能不全风险, 从而诱发 PE^[10, 12]。自 1972 年 Walker 等^[13]首次报道新生儿 PICC-PE 病例以来, 相关研究较少且多聚焦于脐静脉导管, 可能与 PICC-PE 发生率低有关。不同中心静脉导管致新生儿 PE 的风险存在差异, PICC-PE 发生率及死亡率相对较低^[10]。

PICC-PE 的具体机制尚未完全阐明, 推测涉及多因素协同作用 (图 1): 导管尖端反复接触心肌造成心内膜损伤, 继发血小板聚集及纤维蛋白沉积形成微血栓; 尖端粘附心内膜导致高渗溶液直接接触心肌, 通过渗透压梯度改变诱发心肌

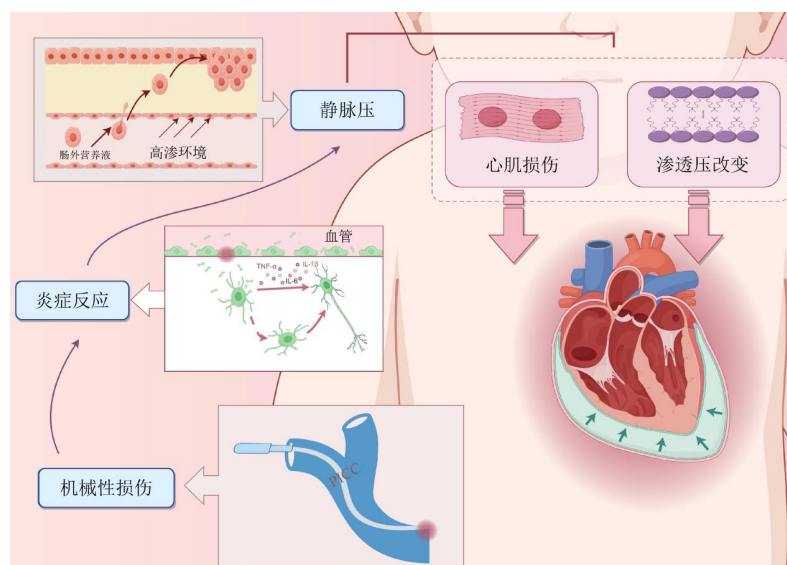


图1 早产儿PICC与PE相关机制图

Figure 1. Diagram of the relationship between PICC and PE in preterm infants

注: 图片通过Figdraw绘制。

细胞水肿及液体渗漏^[14]。新生儿 PICC-PE 发生率的研究数据有限，既往报道为 0.1%~2.9%，其中未及时进行心包穿刺的病死率可高达 75%，心包穿刺后死亡率仍有 8%^[6, 10]。美国一项为期 10 年的回顾性研究显示 PICC-PE 年发生率为 0.49%，其中极早产儿占 75%，临床症状多出现在置管后两周左右，及时使用床旁超声或 X 线明确诊断并心包穿刺可明显改善预后^[15]。日本一项多中心前瞻性队列研究报道 PICC-PE 发生率低至 0.1%，且无死亡病例，可能与该研究中的 PICC 留置时间短有关^[16]。研究报道国内 PICC-PE 发生率为 0.13%~1.0%^[12, 17]，而另一项国内回顾性研究显示 PICC-PE 发生率为 0.5%，极早产儿占比> 50%，心包穿刺后死亡率高达 66.67%^[8]，显著高于侯阿娜等^[18]的研究结果（5.8%），可能与诊断和干预的及时性差异有关。

2 PICC与PE的相关性

2.1 PICC简述

PICC 技术起源于 20 世纪 80 年代的美国，1997 年由北京协和医院引入我国^[19]。早产儿因血管条件差、免疫系统薄弱，需长期静脉通路支持时，PICC 因可减少反复穿刺、便于血流动力学监测被推荐为 NICU 首选静脉通路^[20]。常用置入部位包括贵要静脉、肘正中静脉、颞静脉及大隐静脉等，临床多根据血管条件、操作便利性及维护需求选择头皮、上肢和下肢浅静脉^[19, 21]。当前新生儿 PICC 置入部位选择侧重操作便利性而非风险规避，导致置管后感染性、机械性、血栓性并发症风险增加^[4]，其中 PICC-PE 虽罕见但致死率较高，可能与胎龄、体重、机械通气、电解质紊乱、

导管材质、操作者技术、导管移位、体外循环、心脏疾病和高渗液体输注等因素有关^[12, 22]。

2.2 置入部位与PICC-PE

由于 PICC 尖端具有活动特性且 PE 临床表现存在滞后性，从成功置入 PICC 到诊断 PE 的时间跨度通常为 3~24 d^[23]，需要根据早产儿的临床表现和血流动力学改变及时做出判断并干预。研究显示，导管移位是 PICC-PE 的核心危险因素，79.2% 的 PICC-PE 患儿存在此现象^[18]。进一步分析发现，不同置入部位的尖端稳定性差异显著，详见表 1。

上肢静脉常用置入部位包括腋静脉、肘正中静脉、贵要静脉和头静脉。贵要静脉因位置相对固定，管径适中且易于穿刺固定，在临床中是 PICC 置管率最高的血管^[25]。在早产儿（尤其小胎龄、低体重）中，上腔静脉解剖长度短且因快速生长导致的导管尖端相对位移，使 30% 经贵要静脉置入的 PICC 在 3~7 h 内发生移位，显著增加 PE 的风险^[18]；头静脉虽位置表浅易于固定，但其管径不均，分支和静脉瓣较多且临近关节活动区，导致 36.7% 的置管在 24 h 内发生移位，有发生 PE 的风险^[26]。此外，肱静脉、肘正中静脉和腋静脉位置深、变异多、多伴行动脉，置入难度大，早产儿更容易发生感染以及血栓栓塞性疾病，增加 PE 发生及进展风险^[27]。

下肢静脉常用置入部位包括隐静脉、腓静脉及股静脉。新生儿经下肢静脉行 PICC 穿刺的一次成功率为 83.91%，其中腓静脉及股静脉位置较深、维护难度较高，而大隐静脉位置表浅、管径粗大、分支少、受体位影响小且异位率低，成为先天性心脏病或上腔静脉阻塞早产儿的首选替代

表1 PICC置入部位、导管尖端移位与PE发生风险的多中心研究汇总

Table 1. Multicenter analysis of PICC insertion site, catheter tip migration, and risk of PE

研究	国家/地区	人群	研究类型	研究时间 (年)	PICC-PE 发生率	PICC-PE平均 发生天数 (d)	PICC-PE 导管移位率	PICC-PE 置入部位
潘维伟 2020 ^[7]	中国北京	新生儿	单中心	4	0.10%	7.3	100%	87.5%上肢
张雅慧 2021 ^[8]	中国北京	早产儿	单中心	7	0.50%	91%<4	57.14%	100%上肢
刘禹岑 2024 ^[12]	中国四川	新生儿	单中心	10	0.13%	7	51%	68%上肢
Zareef 2023 ^[15]	美国	新生儿	单中心	10	0.49%	8.25	75%	100%上肢
Ohki 2013 ^[16]	日本	新生儿	多中心	2	0.10%	<14	100%	-
李媛 2019 ^[17]	中国西安	新生儿	多中心	1	0.14%	2.29	85.71%	-
Trinh 2024 ^[23]	越南	新生儿	单中心	1	2.90%	10.75	66.67%	75%上肢 25%头颈
Sertic 2018 ^[24]	加拿大	新生儿	单中心	10	0.14%	4	100%	80%上肢 20%下肢

注：-未报告。

静脉通路^[28-29]。研究显示,下肢静脉 PICC 一次性穿刺成功率显著高于上肢,且下肢置管相关并发症发生率及平均出现时间低于上肢;大隐静脉 PICC 异位率低于股静脉,且右下肢的并发症发生率低于左下肢^[28,30]。

3 PICC-PE 的发病机制

3.1 机械性损伤

早产儿心肌层发育薄弱,心房壁整体顺应性差、抗损伤能力低,是发生 PICC 相关机械性损伤导致穿孔的解剖基础^[31]。PICC 导管尖端位置的异常(如初始定位不当或继发性移位)是诱发 PICC-PE 的关键风险因素^[24]。早产儿上腔静脉相对短直、血管壁薄,若导管尖端位置过深进入右心房或骑跨于上腔静脉-心房交界处,患儿上肢(尤其是肩、肘关节)活动时,导管尖端会随血流和肢体运动在心房壁或交界区产生往复摩擦和局部点状压迫,持续的机械刺激作用于本就薄弱的肌层,极易引发局部组织损伤、坏死,最终导致穿孔和 PE^[18,31-32]。早产儿上肢较大的关节活动度(如肩关节内收、肘关节屈曲)会牵拉导管,增加导管尖端向心性移位并加剧摩擦损伤的风险。下肢(髋关节)活动度低于上肢(肩关节)、部分血管(大隐静脉)位置浅表利于操作固定,减少了肢体运动导致的导管尖端向心移位的风险,但其置入路径更长、路径弯曲度更大,导管经长路径置入及固定后,其体部可能在下腔静脉内形成张力性弯曲^[33-34]。当尖端位于或接近下腔静脉-右心房交界处时,呼吸运动、腹腔压力变化或下肢活动可能诱发导管弯曲点的杠杆效应或摆动,导致尖端对交界区心房壁或下腔静脉壁产生周期性摩擦,从而增加 PE 风险^[35]。

3.2 炎症反应

早产儿免疫系统未成熟且内皮屏障脆弱,对导管异物及理化刺激十分敏感,易诱发局部和全身性炎症级联反应。上肢导管尖端位置过深或移位时,与心房/心包膜的机械摩擦导致内皮剥脱和心肌微损伤,释放损伤相关分子模式,激活巨噬细胞等固有免疫细胞,诱导 TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 等促炎因子释放,增加血管通透性并促使渗透压失衡,诱发 PE^[12,18,28]。高渗性肠外营养液渗漏时,其高渗性脂质成分及药物直接破坏心包膜完整性,诱发严重的免疫反应,显著增加渗出

量^[7,36]。下肢导管路径长且弯曲,导管与血管壁接触面积增大,成角区持续摩擦导致内皮炎症及纤维蛋白鞘形成^[34]。纤维蛋白鞘作为异物持续激活局部炎症,并增加微生物定植风险。下腔静脉血流速度较上腔静脉低,导管相关涡流或淤滞区诱发导管相关性血栓形成,血栓溶解时释放的炎症介质可经导管或体循环播散,引发炎症及渗出,最终加快 PE 进展^[27,37]。

3.3 静脉压改变

中心静脉压(central venous pressure, CVP)升高及其导致的淋巴回流障碍是早产儿 PICC-PE 形成的可能病理机制^[36]。上肢置管时,导管尖端位置异常及纤维蛋白鞘或血栓形成可阻塞上腔静脉或干扰心房内血流动力学,导致近心端压力升高;高渗性肠外营养输注通过渗透性扩容及促进组织间液向血管内转移,协同升高 CVP^[7]。而导管渗漏引发的高渗性环境进一步破坏心包膜屏障功能,促进液体渗出^[10]。升高的 CVP 压迫胸导管及心包淋巴管,与血管内皮生长因子共同促使毛细血管通透性增加,形成恶性循环,持续加重 PE 的积聚^[38]。下肢置管因路径长、成角多,血流阻力增加,导管相关性血栓形成风险显著升高^[37]。下腔静脉近心端静水压梯度在血栓、梗阻等病理状态下会异常升高,从而升高右心房压和 CVP^[38]。呼吸运动及腹腔压力增高(如哭闹、腹胀)可短暂反复阻碍下腔静脉回流,致下腔静脉及右心房压力波动性升高,影响淋巴回流稳态,协同下肢导管相关性血栓引发的炎症反应进一步增加血管通透性,形成跨部位炎症-渗出联动,最终共同导致 PICC-PE 的发生与进展^[35]。

4 不同置入部位 PICC-PE 的影响因素

4.1 胎龄和体重

胎龄和体重是评估新生儿发育成熟度的重要指标,两者与 PICC 置管率及 PICC-PE 风险密切相关。胎龄越小、体重越低, PICC 置管率越高^[3,39]。早产儿因解剖结构特殊和代谢功能不成熟更容易发生 PICC-PE^[24]。国内多中心研究显示,导管尖端移位的新生儿胎龄中位数为 29 周,超早产儿导管异位率(12.63%)高于极早产儿(11.97%)及中晚期早产儿(9%)^[9]。另有 210 例早产儿研究证实,导管尖端位置变化与体重、身长显著正相关,体重增加的影响更显著^[40]。胎龄 < 32 周

的早产儿, 血管内皮细胞连接不成熟, 基底膜胶原蛋白沉积不足, 导致血管结构脆弱, 这一现象在小于胎龄儿中更显著, 此类发育不全的血管在导管置入及留置过程中更易受损, 增加 PICC-PE 风险^[41]。导管-静脉直径比是置管部位静脉导管长期预后的关键因素, 超声评估静脉口径是确定最佳置入部位的必要前提; 当临床缺乏超声引导时, 基于静脉口径与体重相关性, PICC 导管口径的选择可依据患儿年龄与体重参数确定^[42]。新生儿上腔静脉口径 $< 5\text{ mm}$ 、肱静脉 $< 1.05\text{ mm}$ 、头静脉 $< 1.02\text{ mm}$, 一次性置管成功率低, 反复穿刺增加意外损伤动脉或正中神经的风险, 还增加导管尖端定位偏差风险^[32, 42]。下肢静脉置管在特定发育阶段新生儿中具有优势, 胎龄 ≥ 34 周或体重 $> 2.4\text{ kg}$ 的新生儿右侧大隐静脉平均直径达 $(1.4 \pm 0.7)\text{ mm}$, 左侧为 $(1.3 \pm 0.6)\text{ mm}$ ^[43], 走行平直, 一次性置管成功率显著提高^[33]。

4.2 胸腹部压力

早产儿呼吸系统发育不成熟, 出生后常需呼吸支持治疗。目前, 极早产儿的机械通气初始模式尚无统一标准, 同步间歇正压通气为常用模式, 直接升高胸腔内压^[44]。胸腔内压可压迫上腔静脉, 抑制上腔静脉回流, 在吸气相或压力变化时增加导管尖端在上腔静脉发生位置波动的风险^[45]。持续气道正压通气易引发腹胀, 继发性抬高膈肌并增高胸腔压力^[44]。特定的体位限制可能通过重力或组织牵拉作用, 协同增加导管尖端向近心端移位的倾向, 是诱发 PICC-PE 的潜在风险因素^[46]。当新生儿因哭闹或腹胀、坏死性小肠结肠炎、肠梗阻等腹部病理状态导致腹腔内压显著增高时, 下腔静脉受压会阻碍静脉回流, 引发置管侧下肢远端静脉系统压力升高及血流淤滞, 而血流淤滞为导管相关性血栓形成的关键危险因素^[35]。研究表明此类情况下, 下肢置入的 PICC 发生导管相关性血栓的风险可能高于上肢通路^[37]。此外, 下腔静脉回流受阻也会逆向传导至右心房, 导致右心房压力升高, 进而影响心包淋巴回流及导管尖端局部血流环境^[35]。

5 早产儿PICC-PE的预防和管理

早产儿 PICC-PE 的防治日渐趋于“精准化+动态化”, 核心在于多学科协作与标准化流程, 精准导管尖端定位至关重要: 置管前采用公式法

与体表标志预定位, 置管中依靠腔内心电图实时调整, 置管后以 X 线影像为金标准确认^[3, 19]。这种多模态策略整合床旁评估与影像学验证, 兼顾效率和精度。29.6% 的新生儿置管后 3~7 h 内发生导管尖端移位(83% 向心性)^[47], 标准化 X 线监测及手法复位可降低风险。然而频繁 X 线暴露增加早产儿辐射危害, 床旁超声因其高敏感性与特异性可作为安全有效的替代定位方法^[48]。置管期间的动态监测也十分重要, 尤其在调整呼吸机参数、体位改变或输注高渗液体后, 建议采用标准化超声方案评估导管位置, 及时处理导管尖端移位^[49]。为提升整体安全性, 标准化中心静脉导管方案整合多项循证措施降低近远期并发症, 如妥善固定体位、集中护理、减少哭闹以稳定导管尖端^[4]; 超低出生体重儿优先考虑下肢静脉置管规避上腔静脉压力波动^[3, 19]。需特别注意的是, PICC-PE 合并心包填塞时临床表现(如呼吸困难、心率改变)常缺乏特异性, 应及时通过床旁超声或 X 线确诊^[23, 50]。当前 PICC-PE 防治正转向主动防御, 未来研究应聚焦于探索 PE 早期预警标志物及个体化风险预测模型。

6 结语

现有研究已初步揭示 PICC 置管深度、导管尖端位置与 PE 的关联性, 导管尖端异位是 PICC-PE 的核心危险因素, 但传统 X 线定位仅能确定 24 h 内的初始位置, 床旁超声等监测技术应用率较低, 其应用时机缺乏指南依据, 无法动态监测呼吸运动或体位改变导致的导管尖端继发性异位。且当前研究多基于单中心小样本数据, 对置管部位的精确位置定义不统一: 部分将尖端目标位置设定为右心房附近, 部分要求其位于上腔静脉下 1/3, 这种异质性模糊了导管尖端移位的高风险判断。PICC 尖端位置通过多重病理生理途径介导 PE 形成, 但血管内皮损伤标志物的动态变化及炎症因子对血管通透性的调控作用尚不明确。未来需要探索 PE 早期预警标志物, 构建个体化的风险预测模型, 从而降低该并发症的发病风险, 提高 PICC 在临床使用中的安全性。

伦理声明: 不适用

作者贡献: 框架及主题拟定: 吴燕、杨璞; 文献筛选与汇总: 付红平、王小乔; 论文撰写: 吴燕; 论

文修订与校对: 王小乔、杨璞; 经费支持: 杨璞

数据获取: 不适用

利益冲突声明: 无

致谢: 不适用

参考文献

- 1 张沂洁, 朱燕, 陈超. 早产儿发生率及变化趋势 [J]. 中华新生儿科杂志, 2021, 36(4): 74–77. [Zhang YJ, Zhu Y, Chen C. Incidence of and trends in preterm births[J]. Chinese Journal of Neonatology, 2021, 36(4): 74–77.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2021.04.021](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2021.04.021).
- 2 Ohuma EO, Moller AB, Bradley E, et al. National, regional, and global estimates of preterm birth in 2020, with trends from 2010: a systematic analysis[J]. Lancet, 2023, 402(10409): 1261–1271. DOI: [10.1016/S0140-6736\(23\)00878-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00878-4).
- 3 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. [Evidence-Based Medicine Group, Neonatologist Society, Chinese Medical Doctor Association. Operation and management guidelines for peripherally inserted central catheter in neonates (2021)[J]. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2021, 23(3): 201–212.] DOI: [10.7499/j.issn.1008-8830.2101087](https://doi.org/10.7499/j.issn.1008-8830.2101087).
- 4 李昭颖, 唐熙, 蒋思远, 等. 新生儿经外周置入中心静脉导管实践指南 (第三版) 解读 (二): 并发症的预防与处理 [J]. 中华现代护理杂志, 2023, 29(15): 1961–1966. [Li ZY, Tang X, Jiang SY, et al. Interpretation of the practice guideline for peripherally inserted central catheter in neonates (third edition) (II): prevention and management of complications[J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2023, 29(15): 1961–1966.] DOI: [10.3760/cma.j.cn115682-20220821-04081](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn115682-20220821-04081).
- 5 Timsit JF, Rupp M, Bouza E, et al. A state of the art review on optimal practices to prevent, recognize, and manage complications associated with intravascular devices in the critically ill[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(6): 742–759. DOI: [10.1007/s00134-018-5212-y](https://doi.org/10.1007/s00134-018-5212-y).
- 6 Perme T. Central lines and their complications in neonates: a case report and literature review[J]. Children (Basel), 2023, 11(1): 26. DOI: [10.3390/children11010026](https://doi.org/10.3390/children11010026).
- 7 潘维伟, 鲍文婷, 朱巍巍, 等. 新生儿经皮中心静脉置管致静脉营养液渗漏的临床特点: 16 例分析 [J]. 中华围产医学杂志, 2020, 23(12): 817–822. [Pan WW, Bao WT, Zhu WW, et al. Clinical characteristics of intravenous nutrient solution leakage caused by percutaneous inserted central catheter in newborns: analysis of 16 cases[J]. Chinese Journal of Perinatal Medicine, 2020, 23(12): 817–822.] DOI: [10.3760/cma.j.cn113903-20200813-00802](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn113903-20200813-00802).
- 8 张雅慧, 刘云峰, 童笑梅, 等. 中心静脉置管导致早产儿心包积液的临床分析 [J]. 中国当代儿科杂志, 2021, 23(3): 259–264. [Zhang YH, Liu YF, Tong XM, et al. A clinical analysis of pericardial effusion caused by central venous catheterization in preterm infants[J]. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2021, 23(3): 259–264.] DOI: [10.7499/j.issn.1008-8830.2011089](https://doi.org/10.7499/j.issn.1008-8830.2011089).
- 9 Liang C, Liu J, Tang Y, et al. Risk factors for peripherally inserted central catheter malposition in preterm infants: a multicenter retrospective study[J]. Front Pediatr, 2025, 13: 1534799. DOI: [10.3389/fped.2025.1534799](https://doi.org/10.3389/fped.2025.1534799).
- 10 Wang J, Wang Q, Liu Y, et al. The incidence and mortality rate of catheter-related neonatal pericardial effusion: a Meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(47): e32050. DOI: [10.1097/MD.00000000000032050](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032050).
- 11 Sasaki J, Sendi P, Hey MT, et al. The epidemiology and outcome of pericardial effusion in hospitalized children: a national database analysis[J]. J Pediatr, 2022, 249: 29–34. DOI: [10.1016/j.jpeds.2022.07.005](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2022.07.005).
- 12 刘禹岑, 李茂军, 石伟, 等. 经外周静脉穿刺中心静脉置管相关新生儿心包积液 / 心脏填塞 2 例并文献复习 [J]. 中华围产医学杂志, 2024, 27(8): 674–679. [Liu YC, Li MJ, Shi W, et al. Neonatal pericardial effusion/cardiac tamponade related to peripherally inserted central catheters: two case reports and literature review[J]. Chinese Journal of Perinatal Medicine, 2024, 27(8): 674–679.] DOI: [10.3760/cma.j.cn113903-20230910-00191](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn113903-20230910-00191).
- 13 Walker D, Pellett JR. Pericardial tamponade secondary to umbilical vein catheters[J]. J Pediatr Surg, 1972, 7(1): 79–80. DOI: [10.1016/0022-3468\(72\)90419-8](https://doi.org/10.1016/0022-3468(72)90419-8).
- 14 Nowlen TT, Rosenthal GL, Johnson GL, et al. Pericardial effusion and tamponade in infants with central catheters[J]. Pediatrics, 2002, 110(1 Pt 1): 137–142. DOI: [10.1542/peds.110.1.137](https://doi.org/10.1542/peds.110.1.137).
- 15 Zareef R, Anka M, Hatab T, et al. Tamponade and massive pleural effusions secondary to peripherally inserted central catheter in neonates—a complication to be aware of[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10: 1092814. DOI: [10.3389/fcvm.2023.1092814](https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1092814).
- 16 Ohki Y, Maruyama K, Harigaya A, et al. Complications of peripherally inserted central venous catheter in Japanese neonatal intensive care units[J]. Pediatr Int, 2013, 55(2): 185–189. DOI: [10.1111/ped.12033](https://doi.org/10.1111/ped.12033).
- 17 李媛, 康华, 张姣, 等. 新生儿脐静脉置管 / 经外周静脉穿刺中心静脉置管相关性心包积液 / 心脏填塞的临床分析[J]. 中华新生儿科杂志, 2019, 34(6): 408–412. [Li Y, Kang H, Zhang J, et al. Clinical analysis of umbilical venous catheters/peripherally inserted central catheters associated pericardial effusion and cardiac tamponade in neonates[J]. Chinese Journal of Neonatology, 2019, 34(6): 408–412.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2019.06.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2096-2932.2019.06.002).
- 18 侯阿娜, 富建华. 经外周静脉置入中心静脉导管导致极低出生体重儿心包积液及心包填塞一例并文献复习 [J]. 中国小儿急救医学, 2021, 28(2): 148–151. [Hou AN, Fu JH. One case of pericardial effusion and pericardial tamponade in very low birth weight infants caused by central venous catheter insertion through peripheral vein and literature review[J]. Chinese Pediatric Emergency Medicine, 2021, 28(2): 148–151.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2021.02.015](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2021.02.015).

- 19 李昭颖, 王玥珏, 蒋思远, 等. 新生儿经外周置入中心静脉导管实践指南(第三版)解读(一)[J]. 中华现代护理杂志, 2022, 28(32): 4437–4442. [Li ZY, Wang YJ, Jiang SY, et al. Interpretation of the practice guideline for peripherally inserted central catheter in neonates (third edition) (I)[J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2022, 28(32): 4437–4442.] DOI: [10.3760/cma.j.cn115682-20220809-03882](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn115682-20220809-03882).
- 20 Nickel B, Gorski L, Kleidon T, et al. Infusion therapy standards of practice, 9th edition[J]. J Infus Nurs, 2024, 47(1S Suppl 1): S1–S285. DOI: [10.1097/NAN.0000000000000532](https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000532).
- 21 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. DOI: [10.1093/cid/ciaf063](https://doi.org/10.1093/cid/ciaf063).
- 22 Adrichem R, Le Cessie S, Hazekamp MG, et al. Risk of clinically relevant pericardial effusion after pediatric cardiac surgery[J]. Pediatr Cardiol, 2019, 40(3): 585–594. DOI: [10.1007/s00246-018-2031-4](https://doi.org/10.1007/s00246-018-2031-4).
- 23 Trinh HT, Nguyen TT, Nguyen TT. Cardiac tamponade due to pericardial effusion following peripherally inserted central catheter: a single-institution case series[J]. Cureus, 2024, 16(3): e56403. DOI: [10.7759/cureus.56403](https://doi.org/10.7759/cureus.56403).
- 24 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. DOI: [10.1007/s00247-017-3983-x](https://doi.org/10.1007/s00247-017-3983-x).
- 25 Breschan C, Graf G, Arneitz C, et al. Retrospective evaluation of 599 brachiocephalic vein cannulations in neonates and preterm infants[J]. Br J Anaesth, 2022, 129(5): e138–e140. DOI: [10.1016/j.bja.2022.08.006](https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.08.006).
- 26 Srinivasan HB, Tjin-A-Tam A, Galang R, et al. Migration patterns of peripherally inserted central venous catheters at 24 hours postinsertion in neonates[J]. Am J Perinatol, 2013, 30(10): 871–874. DOI: [10.1055/s-0033-1333672](https://doi.org/10.1055/s-0033-1333672).
- 27 Robinson V, Achey MA, Nag UP, et al. Thrombosis in infants in the neonatal intensive care unit: analysis of a large national database[J]. J Thromb Haemost, 2021, 19(2): 400–407. DOI: [10.1111/jth.15144](https://doi.org/10.1111/jth.15144).
- 28 陈秀文, 周乐山, 谭彦娟, 等. 基于 ACE STAR 循证模式选择新生儿经外周静脉穿刺的中心静脉导管置管部位[J]. 中南大学学报(医学版), 2020, 45(9): 1082–1088. [Chen XW, Zhou LS, Tan YJ, et al. Selection of PICC catheter location in neonates via evidence-based ACE Star model[J]. Journal of Central South University (Medical Sciences), 2020, 45(9): 1082–1088.] DOI: [10.11817/j.issn.1672-7347.2020.190613](https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2020.190613).
- 29 Xiao W, Lin Q, Chen S, et al. Catheterization of pice through a superficial femoral vein for patients with superior vena cava syndrome using ECG positioning and ultrasound-guided technologies[J]. J Vasc Access, 2023, 24(3): 397–401. DOI: [10.1177/11297298211035331](https://doi.org/10.1177/11297298211035331).
- 30 李蕊, 王晶, 王佳琦, 等. 极/超低出生体质量儿经外周静脉置入中心静脉导管相关并发症及影响因素分析[J]. 解放军护理杂志, 2020, 37(4): 51–54. [Li R, Wang J, Wang JQ, et al. Analysis of PICC-related complications and related factors in very/extremely low birth weight infants[J]. Nursing Journal of Chinese People's Liberation Army, 2020, 37(4): 51–54.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-9993.2020.04.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9993.2020.04.012).
- 31 Cirstoveanu C, Bratu A, Filip C, et al. The role of POCUS and monitoring systems during emergency pericardial effusion in the NICU[J]. Life (Basel), 2024, 14(9): 1104. DOI: [10.3390/life14091104](https://doi.org/10.3390/life14091104).
- 32 任卫东, 张玉奇, 舒先红. 心血管畸形胚胎学基础与超声诊断[M]. 上海: 人民卫生出版社, 2015. [Ren WD, Zhang YQ, Shu XH. Basic embryology and ultrasound diagnosis of cardiovascular malformations[M]. Shanghai: People's Health Publishing House, 2015.]
- 33 Zhao X, Liu Y, Li X, et al. Placement of peripherally inserted central catheter through upper versus lower limb vein in neonates: a Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Spec Pediatr Nurs, 2024, 29(1): e12417. DOI: [10.1111/jspn.12417](https://doi.org/10.1111/jspn.12417).
- 34 Mondal R, Nandy A, Datta D, et al. Newborn joint mechanics[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2022, 35(25): 7259–7266. DOI: [10.1080/14767058.2021.1946784](https://doi.org/10.1080/14767058.2021.1946784).
- 35 Jozwiak M, Teboul JL. Heart-lungs interactions: the basics and clinical implications[J]. Ann Intensive Care, 2024, 14(1): 122. DOI: [10.1186/s13613-024-01356-5](https://doi.org/10.1186/s13613-024-01356-5).
- 36 Lazaros G, Imazio M, Tsioufis P, et al. Chronic pericardial effusion: causes and management[J]. Can J Cardiol, 2023, 39(8): 1121–1131. DOI: [10.1016/j.cjca.2023.02.003](https://doi.org/10.1016/j.cjca.2023.02.003).
- 37 Chen H, Zhang X, Wang H, et al. Complications of upper extremity versus lower extremity placed peripherally inserted central catheters in neonatal intensive care units: a Meta-analysis[J]. Intensive Crit Care Nurs, 2020, 56: 102753. DOI: [10.1016/j.iccn.2019.08.003](https://doi.org/10.1016/j.iccn.2019.08.003).
- 38 Hoit BD. Pericardial effusion and cardiac tamponade pathophysiology and new approaches to treatment[J]. Curr Cardiol Rep, 2023, 25(9): 1003–1014. DOI: [10.1007/s11886-023-01920-8](https://doi.org/10.1007/s11886-023-01920-8).
- 39 李兰, 温贤秀. 早产儿 PICC 置管研究进展[J]. 护理学杂志, 2021, 36(21): 110–112. [Li L, Wen XX. A review of PICC placement in preterm infants[J]. Journal of Nursing Science, 2021, 36(21): 110–112.] DOI: [10.3870/j.issn.1001-4152.2021.21.110](https://doi.org/10.3870/j.issn.1001-4152.2021.21.110).
- 40 Tao X, Zhang X, Wang J, et al. The relationship between the PICC tip position and weight gain, length growth of premature infants under ultrasonography: a correlation analysis study[J]. Front Med (Lausanne), 2023, 10: 1200033. DOI: [10.3389/fmed.2023.1200033](https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1200033).
- 41 牛利美, 李书书, 韩树萍, 等. 极早产儿中小于胎龄儿的影响因素与临床特征分析: 多中心队列研究[J]. 中华围产医学杂志, 2024, 27(10): 793–801. [Niu LM, Li SS, Han SP, et al. Factors influencing and clinical characterization of less-than-gestational-age infants in very preterm birth: a multicenter cohort study[J]. Chinese Journal of Perinatal Medicine, 2024, 27(10): 793–801.]

- DOI: [10.3760/cma.j.cn113903-20240510-00340](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn113903-20240510-00340).
- 42 Zanaboni C, Bevilacqua M, Bernasconi F, et al. Caliber of the deep veins of the arm in infants and neonates: the veein study (vascular echography evaluation in infants and neonates)[J]. J Vasc Access, 2024, 25(4): 1114–1120. DOI: [10.1177/11297298221150942](https://doi.org/10.1177/11297298221150942).
- 43 Eifinger F, Lazaridis EC, Roth B, et al. Anatomical examination of the great inguinal blood vessels in preterm and term neonates[J]. Clin Anat, 2014, 27(3): 372–382. DOI: [10.1002/ca.22074](https://doi.org/10.1002/ca.22074).
- 44 《中华儿科杂志》编辑委员会, 中华医学会儿科学分会新生儿学组. 新生儿机械通气常规 [J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(5): 327–330. [Editorial Board of the Chin J Pediatr, Neonatology Group, Society of Pediatrics, Chinese Medical Association. Routine mechanical ventilation of newborn[J]. Chinese Journal of Pediatrics, 2015, 53(5): 327–330.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.05.003](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.05.003).
- 45 张秋阳, 刘慧宇, 庄佳铭. PICC 尖端定位方法及异位相关因素的研究进展 [J]. 中华现代护理杂志, 2022, 28(29): 4136–4140. [Zhang QY, Liu HY, Zhuang JM. Research progress of PICC tip positioning methods and related factors of malposition[J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2022, 28(29): 4136–4140.] DOI: [10.3760/cma.j.cn115682-20220105-00044](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn115682-20220105-00044).
- 46 Dassios T, Vervenioti A, Dimitriou G. Respiratory muscle function in the newborn: a narrative review[J]. Pediatr Res, 2022, 91(4): 795–803. DOI: [10.1038/s41390-021-01529-z](https://doi.org/10.1038/s41390-021-01529-z).
- 47 Diewo D, Mawson J, Shivananda S. Reducing peripherally inserted central catheter tip migration in neonates: a proactive approach to detection and repositioning[J]. J Clin Med, 2025, 14(6): 1875. DOI: [10.3390/jcm14061875](https://doi.org/10.3390/jcm14061875).
- 48 Rossi S, Jogeessvaran 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. DOI: [10.1007/s00431-022-04412-z](https://doi.org/10.1007/s00431-022-04412-z).
- 49 Firszt O, Maślanka M, Grabowska A, et al. Standardized ultrasound protocol for peripherally inserted central catheters in neonates: a retrospective, X-ray controlled observational study[J]. Children (Basel), 2024, 11(10): 1204. DOI: [10.3390/children11101204](https://doi.org/10.3390/children11101204).
- 50 Alerhand S, Adrian RJ, Long B, et al. Pericardial tamponade: a comprehensive emergency medicine and echocardiography review[J]. Am J Emerg Med, 2022, 58: 159–174. DOI: [10.1016/j.ajem.2022.05.001](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.05.001).

收稿日期: 2024 年 12 月 27 日 修回日期: 2025 年 06 月 16 日
本文编辑: 李绪辉 曹 越

引用本文: 吴燕, 王小乔, 付红平, 等. 早产儿外周中心静脉导管置入部位与心包积液相关性的研究进展[J]. 医学新知, 2025, 35(12): 1483–1490. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202412149](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202412149).
Wu Y, Wang XQ, Fu HP, et al. Research progress on the correlation between PICC insertion site and catheterized pericardial effusion in premature infants[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2025, 35(12): 1483–1490. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202412149](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202412149).