

• 综 述 •

# 新生儿下肢 PICC 置管长度体外测量方法的研究进展

魏海霞, 江逊, 王俏艳, 林燕, 张妮妮, 刘金媛, 谢小敏

(空军军医大学唐都医院儿科新生儿病区, 陕西 西安 710038)

经外周静脉穿刺置入中心静脉导管(peripherally inserted central catheter, PICC)是新生儿重要的静脉通路。鉴于新生儿活动受限且下肢置管异位率较低,指南<sup>[1]</sup>推荐优先选择下肢静脉。临床多以盲穿配合预裁管方式进行,因此置管前精准评估置入长度至关重要,可显著降低异位、心律失常、非计划拔管等风险<sup>[2-3]</sup>,并减少反复调整所致皮肤损伤<sup>[4]</sup>与辐射暴露。然而,现行指南<sup>[5]</sup>对新生儿下肢 PICC 体外测量方法虽有描述,但仍然面临着较高的异位率。此外,由于缺乏统一的标准与规范,测量方法各异,导致临床选择与应用面临困惑。本文旨在综述相关体外测量方法及其适用情况,以期为临床实践提供理论依据与操作指引。

## 1 新生儿下肢 PICC 常见的穿刺部位

1.1 踝区静脉 大隐静脉踝段与小隐静脉为踝区主要穿刺静脉。大隐静脉起自足背静脉弓内侧,沿内踝前侧上行,其踝段位置表浅且解剖固定,占下肢穿刺总例数的 38.30%~46.47%<sup>[6-7]</sup>;小隐静脉经外踝后方上行,早产儿因皮肤角质层薄,足跟处血管充盈可见率高,占下肢穿刺总数约 14.89%<sup>[6]</sup>。两者因血管易定位、穿刺成功率高,成为常用的踝区穿刺位点。

1.2 膝区静脉 膝区主要穿刺静脉包括大隐静脉膝段及腘静脉。大隐静脉膝段走行于膝关节内侧,皮下走行明确;腘静脉属深静脉,位于胫神经深面并包裹于血管鞘中,与腘动脉伴行,盲穿可导致动静脉瘘。超声引导下穿刺可提高穿刺成功率<sup>[8]</sup>,为膝区深静脉穿刺的首选方式。

1.3 腹股沟区静脉 股静脉为腹股沟区核心穿刺静脉,穿刺点位于腹股沟韧带中点内侧 2~3 cm 处。研究<sup>[9]</sup>显示,6 个月以下婴儿可采用斜刺法进针,角度宜设置为 30°。值得注意的是,股静脉置管血栓发生率较高,且易受会阴区尿布污染,需严格评估指征<sup>[10]</sup>。

## 2 导管尖端目标位置的解剖与影像学基准

准确的体外测量旨在将导管尖端送达目标血管区域。2024 年,美国静脉输液护理学会(Infusion Nurses Society, INS)明确,经下肢置入的 PICC,其尖端最佳位置应位于膈肌上方下腔静脉内,即下腔静脉-右心房交界处(cavoatrial junction, CAJ)<sup>[10]</sup>。在前后位 X 线胸片上,此目标区域通常投影于第 9 至第 11 胸椎(T<sub>9</sub>~T<sub>11</sub>)水平<sup>[1,11]</sup>,也有研究<sup>[12]</sup>认为,在 T8 为最佳水平。这一明确的解剖部位是下述所有体外测量方法共同的终点目标,测量时需要根据穿刺部位与体位,将血管路径终点映射至该基准区域。

## 3 影响新生儿下肢 PICC 穿刺体外测量准确性的因素

3.1 体位 《儿童静脉输液治疗临床实践循证指南》<sup>[5]</sup>推荐下肢外展 45°为标准体位。研究证实,下肢屈曲/伸展可显著改变导管尖端位置<sup>[13-14]</sup>。

3.2 穿刺肢体 左右下肢静脉路径存在显著解剖差异:右髂总静脉近垂直(长度 42.8±1.3 mm),左髂总静脉斜行跨越动脉(长度 47.9±1.4 mm),致置入深度不同<sup>[15]</sup>。因右侧路径直行且分支少,导管异位率仅 3.2%<sup>[16]</sup>,国内外研究<sup>[17-18]</sup>均支持优先选择右下肢穿刺以降低异位风险。

3.3 穿刺部位 下肢静脉可供选择的静脉有大隐静脉、小隐静脉、腘静脉、股静脉,其中大隐静脉走行路径长,主要穿刺部位分为大隐静脉踝段和大隐静脉膝段,其置入深度存在明显差异。也有研究<sup>[19]</sup>指出,在其他静脉被破坏时,也可以选择下肢的小隐静脉进行穿刺。下肢静脉选择时置入深度主要与穿刺血管的部位有关。血管部位越靠近心脏,其体外测量长度越短。现有研究未明确同一部位的不同静脉之间置入长度的差异性。

3.4 体格参数 体重、身长是预测下肢静脉路径长度的关键参数(公式法/图表法基础),与导管深度呈显著正相关<sup>[20-21]</sup>。足踝部和股静脉以体重预测更准确(后者相关研究样本量仅 14 例),腘窝处以身长预测更准确,而大隐静脉置管深度的体重预测效能达 95.4%<sup>[22]</sup>。极低体重儿尤为敏感:体重每增重 100 g 或身长每增长 1 cm,深度分别增加 0.33/0.55 个椎体高度<sup>[23]</sup>。

【收稿日期】 2025-04-15 【修回日期】 2025-10-12  
【基金项目】 空军军医大学唐都医院护理课题(TDHLKY-2023-11)  
【作者简介】 魏海霞,本科,主管护师,电话:029-84717377  
【通信作者】 谢小敏,电话:029-84777747

## 4 新生儿下肢 PICC 穿刺体外测量方法

### 4.1 体表测量法

4.1.1 测量依据 体表测量法依据下肢静脉体表投影路径,通过脐部、剑突等固定解剖标志将迂曲血管转化为线性距离,进而推算导管置入深度。该方法的主要误差来源在于新生儿自然屈曲体位(髋/膝关节屈曲 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ )与测量时强制伸展体位差异显著,可因皮肤皱褶堆积产生 $\pm 1.3$  cm 误差<sup>[13]</sup>。因此,测量时需模拟生理性屈曲体位以贴近真实血管路径。

4.1.2 测量方法 临床实践中,新生儿下肢 PICC 置管长度的体表测量主要采用直线测量法与分段测量法两类方法。直线测量法操作较为简便,但其强制伸展的体位可能无法准确反映血管的真实走行与长度。传统方式为在下肢伸直状态下,自穿刺点测量至脐与剑突中点再加 1 cm,1 项研究<sup>[24]</sup>报道其到位率为 75.34%,针对超低出生体重儿的改良法则将下肢伸展为 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 测至肋弓夹角下缘,其到位率为 71.4%<sup>[25]</sup>。分段测量法为当前主流推荐方法,旨在模拟自然屈曲体位以提高测量的准确性。《儿童静脉输液治疗临床实践循证指南》<sup>[5]</sup>推荐采用“下肢外展 $45^{\circ}$ ”的标准化体位,测量路径为“穿刺点→腹股沟→脐→剑突”。严格遵循分段测量法可获得相对理想的到位率,如王燕等<sup>[13]</sup>报道到位率为 80.5%。此外,其他研究对测量路径进行了局部探索:邓素芬等<sup>[26]</sup>采用“穿刺点→腘窝→腹股沟→脐→剑突”再减 1 cm 的路径,到位率为 75%;马繁荣等<sup>[27]</sup>则简化为“沿静脉走向至脐上 1 cm”,到位率为 77.97%。尽管如此,分段测量法仍存在一定局限。一方面,腹股沟至脐段的体表测量易受新生儿皮下脂肪厚度的影响;另一方面,不同研究在具体测量路径与终点上尚未完全统一,其规范性与适用性仍需更多循证证据支持。

### 4.2 胸片测量法

4.2.1 测量依据 胸片测量法通过骨性标志与血管路径的固定空间相关性实现导管尖端定位。由于血管在 X 线下不可视,需依赖脊柱与骨盆的解剖投影。关键定位点:(1)股静脉:与腹股沟韧带(髂前上棘-耻骨结节连线)垂直投影,形成近端定位基准;(2)下腔静脉起始点:左右髂总静脉汇合于第 4 腰椎(L4)水平;(3)目标尖端位:下腔静脉膈肌段(T8~T10 椎体水平)。计算方法:导管置入深度=穿刺点至腹股沟韧带中点+腹股沟韧带中点至 L4 距离+L4 至 T8 椎体下缘垂直距离,通过骨性标志间接推算血管路径长度。

4.2.2 测量方法 胸片测量法的有效性在成人<sup>[28-29]</sup>和儿童<sup>[30]</sup>中已得到证实。有研究<sup>[12]</sup>探究了胸片测量法在新生儿下肢的应用,发现其可准确预测置管

长度。在 PICC 置管前,操作者从已获得的胸部联合正位片,三段测得数据之和即为 X 线平片测量法测得的置管长度。如果穿刺点不在腹股沟,需要加上穿刺点至腹股沟的体表测量数据。这种方法可以为操作者提供反复测量的客观数据,而且有研究<sup>[31]</sup>表明,新生儿生后 48 h 后 PICC 置管成功率较大。因为,在此之前,大多数新生儿已经接受了前后位胸片,胸片测量法临床上可行性较高。但其局限性是摄片质量直接影响精度,需要医护人员与放射科技师协作,规范摆位。

### 4.3 公式法

4.3.1 测量依据 公式法通过体质量、身长等体格参数构建回归方程,预测导管置入深度<sup>[32]</sup>。相较于传统体表标志法,该方法利用出生体重等参数与静脉导管路径长度的显著相关性,可规避皮肤皱褶与体位偏移引入的个体差异,为标准化操作提供统计学模型支持。

4.3.2 公式构建 公式法通过建立新生儿体格参数(体重/身长等)与置管深度的线性关系实现客观测量,具有操作标准化、规避人为误差、提升工作效率的优势。体重因临床获取便捷成为核心预测变量,其纳入公式的普适性更高。虽部分公式因复杂度影响推广<sup>[33]</sup>,简化后实用性显著提升,然多数研究样本量有限(如膝区腘静脉公式样本仅 7~53 例)且缺乏外部验证。推荐优先采用大样本验证公式(见表 1)。

### 4.4 图表法

4.4.1 测量依据 基于体重/身长与置管深度的线性关系(如股静脉长度与腿围回归系数为 0.889<sup>[17]</sup>),通过可视化 95% 置信区间预测带提升临床容错率。

4.4.2 图表应用 现有研究构建踝区大隐静脉置管深度与体格参数的预测图表(左/右侧样本量 39/34 例)<sup>[18]</sup>,可快速定位安全区间;核心缺陷:仅限踝区静脉,膝区及其他静脉缺乏数据,且样本量小、回顾性设计,需大样本前瞻性研究验证。

## 5 新生儿下肢 PICC 穿刺的校正技术

### 5.1 超声引导下的测量校正

5.1.1 测量依据 超声可实时显示靶静脉内径、深度、分支及毗邻结构(如动脉),同步追踪导管尖端位置,动态引导穿刺与送管。研究表明,其可使首次穿刺成功率提升 3.07 倍<sup>[37]</sup>,并将异位率风险降低 49%<sup>[38]</sup>,为长度矫正提供视觉依据。

5.1.2 校正方法 操作基于预置的体外测量长度进行:将导管置入预估深度后,根据患儿年龄和体型选择探头放于患儿剑突下,探头标志点朝向患儿头端,

获取剑突下下腔静脉与右心房切面,在超声直视下直接判定导管尖端位置,并进行调整<sup>[39]</sup>。

表1 新生儿下肢 PICC 体外测量的公式法

穿刺部位	穿刺静脉	样本量	公式	推荐(理由)
腹股沟区	股静脉	66	置入深度=1.524×体重+9.596 <sup>[21]</sup>	推荐(样本量大)
		30	左侧股静脉:置入深度=8.112+2.236×体重 <sup>[17]</sup>	
		20	右侧股静脉:置入深度=1.973+0.889×术肢腿围 <sup>[17]</sup>	
		14	置入深度=9.8+1.7×体重 <sup>[19]</sup>	
膝区	大隐静脉膝区	130	置入深度=11.21+3.50×体重 <sup>[22]</sup>	推荐(样本量大且进行了验证)
		53	置入深度=3.320×体重+12.172 <sup>[21]</sup>	
		38	置入深度=13.1+2.7×体重 <sup>[7]</sup>	
		61	置入深度=3.8×体重+11.1 <sup>[34]</sup>	
		61	置入深度=0.3×身长+3.2 <sup>[35]</sup> ;置入深度=0.2×矫正胎龄的周数+9.0 <sup>[34]</sup>	
		16	置入深度=3.6×体重+12.0 <sup>[33]</sup> ;置入深度=0.5×身长-3.0 <sup>[33]</sup>	
		53	置入深度=3.320×体重+12.172 <sup>[21]</sup>	
踝区	腓静脉	41	置入深度=-0.30+0.45×身长 <sup>[19]</sup>	推荐(样本量大)
		7	右侧腓静脉:置入深度=6.138×体重+7.012 <sup>[20]</sup>	
		13	左侧腓静脉:置入深度=3.521×体重+11.386 <sup>[20]</sup>	
		65	置入深度=(体重-1.5)/0.3+23.0 <sup>[35]</sup>	
		121	置入深度=3.659×体重+17.127 <sup>[21]</sup>	
踝区	大隐静脉踝区	113	置入深度=16.00+4.27×体重 <sup>[19]</sup>	推荐(样本量大)
		33	置入深度=13.4+6.0×体重 <sup>[7]</sup>	
		7	右侧大隐静脉:置入深度=6.731×体重+11.796 <sup>[20]</sup>	
		8	左侧大隐静脉:置入深度=8.560×体重+9.284 <sup>[20]</sup>	
		14	置入深度=3.6×体重+16.0 <sup>[33]</sup> ;置入深度=0.5×身长+1.0 <sup>[33]</sup>	
		44	置入深度=0.055×身长-4.000 <sup>[36]</sup>	

注:置入深度、身长及术肢腿围均以 cm 为单位,体重以 kg 为单位,矫正胎龄以周数为单位

## 5.2 腔内心电图引导下测量校正

5.2.1 测量依据 该技术通过导管腔内生理盐水形成的导电路径,捕捉尖端在不同血管区段的电信号特征。当导管尖端从外周静脉进入下腔静脉近心端时,腔内 ECG 呈现特征性 P 波振幅升高<sup>[40]</sup>,这一明确的电生理标志为实时定位提供了可靠依据。

5.2.2 校正方法 将导管置入预估深度后,连接心电图导联监测腔内 ECG。缓慢推进导管至心电图显示 P 波与 QRS 波振幅之比在 50%左右,提示尖端接近

右心房,随后缓慢回撤,直至 P 波恢复到与体表心电图的 P 波相近时,即为最佳位置<sup>[41]</sup>。此时体外导管刻度对应的即为经电生理信号精确校正后的最终置管长度。

## 6 新生儿下肢 PICC 体外测量方法的适用策略

新生儿下肢 PICC 置管长度的体外测量的准确性直接影响首次到位率与并发症发生率。当前国际尚无统一标准方法,各类技术特点及适用策略见表 2。

表2 新生儿 PICC 体外测量方法的适用策略

方法类别	核心优势	关键局限	临床应用建议
体表测量法	操作简易,床旁快速	体位变动导致误差	严格保持下肢自然屈曲体位或 45°体位
胸片测量法	规避解剖变异干扰	依赖摄片质量且需部分体表测量	三段数据之和
公式/图表法	参数易得(体重、身长)	头围等参数测量波动大	根据穿刺部位应用
校正技术	实时动态精准调控	对设备及操作者专业技能要求较高	高危儿首选

目前,下肢大隐静脉已成为 PICC 置管的首选部位,体外测量应用广泛,但国内相关研究仍较少,方法准确性有待提升。因此未来相关研究,应充分考虑人群特征、体位、穿刺部位、穿刺肢体和体格测量数值等多方面的因素,建立新生儿下肢静脉路径数字化模型,推动便携式影像融合技术的转化与应用,提升其临床可及性。

【关键词】 新生儿下肢;经外周置入中心静脉导管;体外测量  
doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.12.021

【中图分类号】 R473.72 【文献标识码】 A

【文章编号】 2097-1826(2025)12-0087-04

### 【参考文献】

- [1] 陈琼,李颖馨,胡艳玲,等.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.
- [2] 税晓玉,尚彦彦,王舒杰,等.新生儿 PICC 导管尖端异位处理策

- 略的研究进展[J].护理管理杂志,2023,23(1):37-41.
- [3] 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/OL].[2025-04-01].<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jspn.12417>.DOI:10.1111/jspn.12417.
- [4] 胡榆榕,冯丽娟.PICC 置入部位医用粘胶相关性皮肤损伤的研究进展[J].护理学杂志,2023,38(5):16-19.
- [5] 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.
- [6] 罗玲.新生儿经不同静脉留置 PICC 导管调查研究[D].上海:上海交通大学,2019.
- [7] 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.
- [8] 陈超群,韦兴龙,黄泽真,等.超声引导下腓静脉穿刺介入溶栓治疗下肢深静脉血栓形成的疗效[J].深圳中西医结合杂志,2024,34(23):129-131.
- [9] 张艳,蒋宁静,罗晓,等.不同年龄段婴幼儿股静脉采血穿刺角度的选择研究[J].现代医药卫生,2020,36(15):2451-2454.
- [10] NICKEL B,GORSKI L,KLEIDON T,et al.Infusion therapy standards of practice[J].J Infuse Nurs,2024,47(supple 1):S1-S285.
- [11] 谢晨鹏,舒琳,郭曼洁,等.新生儿经外周静脉置入中心静脉导管超声引导置管及尖端定位的最佳证据总结[J].中华现代护理杂志,2025,31(17):2262-2269.
- [12] 徐柳,季福婷,杨宾.新生儿 PICC 经下肢置入导管长度测量方法的探讨[J].上海护理,2021,21(9):42-45.
- [13] 王燕,姜琳.两种体外测量方法在新生儿下肢外周静脉穿刺中心静脉置管中的比较[J].解放军护理杂志,2019,36(1):84-86.
- [14] MONDAL R,NANDY A,DATTA D,et al.Newborn joint mechanics[J].J Matern Fetal Neonatal Med,2022,35(25):7259-7266.
- [15] 程田志,刘荣志,马丽.新生儿经皮股静脉穿刺下腔静脉置管术的应用[J].中华实用儿科临床杂志,2006(14):893-897.
- [16] 郭舒文,谢丽琴,许丽萍,等.早产儿经右下肢静脉留置 PICC 导管的可行性[J].中华护理杂志,2012,47(2):153-156.
- [17] 李琴,卢惠琴,盛晓郁.危重新生儿经股静脉置入 PICC 置管长度的多因素分析[J].中国继续医学教育,2020,12(29):195-198.
- [18] LUISTER A,KHOSTWAL N,DEINDL P,et al.Recommendations for peripherally inserted central catheter insertion depths in neonates[J].Neonatology,2023,120(2):263-267.
- [19] CHEN I L,OU-YANG M C,CHEN F S,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.
- [20] 黄海英,刘梅.早产儿 PICC 导管最佳置入长度与体重的相关性[J].中华全科医学,2020,18(2):262-264.
- [21] 肖艳华,姜琳,章超.新生儿体重与下肢静脉 PICC 置管深度的相关性分析[J].当代护士:中旬刊,2022,29(10):108-110.
- [22] KIM D Y,PARK H R.Estimating the insertion depth of a peripherally inserted central catheter in newborns using weight and gestational age measurements[J].J Perinat Neonatal Nurs,2021,35(4):362-368.
- [23] 杨家鸣,王慧艳,杨传忠,等.极低出生体重儿经下肢置入 PICC 尖端移位与体重及身长增长的关系[J].护理研究,2023,37(12):2151-2156.
- [24] 李力,曾从容,杨春雪,等.新生儿下肢静脉 PICC 可行性研究[J].中国实用护理杂志,2014,30(7):51-52.
- [25] 黄颖穗,陈雪雨,熊小云,等.1 种适用于超低出生体重儿下肢 PICC 的改良体表测量法[J].全科护理,2019,17(29):3679-3681.
- [26] 邓素芬,李婷婷.新生儿经下肢静脉行 PICC 置管体外测量方法的效果观察[J].中国医药指南,2021,19(19):78-80.
- [27] 马繁荣.经外周静脉置入中心静脉导管不同置管方式在新生儿中的应用[J].实用临床医药杂志,2015,19(14):169-170.
- [28] 姚晚侠,李英,马卫平,等.胸片定位法在肺癌患者经外周静脉行中心静脉置管中的应用研究[J].护士进修杂志,2019,34(1):80-82.
- [29] 晁青,李格丽,刘琼,等.胸片定位法在经外周静脉置入中心静脉导管中的应用[J].安徽医药,2019,23(12):2404-2406.
- [30] RAMAMURTHI A,CHINK J,SRINIVASA R N,et al.Chest radiograph measurement technique facilitates accurate bedside peripherally inserted central catheter placement in children[J].Cardiovasc Intervent Radiol,2018,41(3):443-448.
- [31] 刘照辉.低出生体重儿 PICC 导管非计划性拔管原因及护理对策[J].当代护士:中旬刊,2018,25(7):147-149.
- [32] 余琪,冯丽娟.PICC 体外测量方法及尖端定位的研究进展[J].全科护理,2019,17(33):4143-4147.
- [33] ARMBRUSTER D,SLAUGHTER J,STENGER M,et al.Neonatal anthropometric measures and peripherally inserted central catheter depth[J].Adv Neonatal Care,2021,21(4):314-321.
- [34] KIM J H,JEON G W,KIM H H,et al.Proper depth of percutaneous central venous catheter via the great saphenous vein for very low birth weight infants:a single-center,prospective cohort study[J/OL].[2025-04-01].<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9886524/>.DOI:10.3346/jkms.2023.38.e23.
- [35] WU J,LI J,LI H,et al.Comparison of formula-based PICC catheterisation versus common method for the treatment of newborns[J/OL].[2025-04-01].<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijcp.14210>.DOI:10.1111/ijcp.14210.
- [36] OHKI Y,NAKO Y,MORIKAWA A,et al.Percutaneous central venous catheterization via the great saphenous vein in neonates[J].Acta Paediatr Jpn,1997,39(3):312-316.
- [37] POULSEN E,AAGAARD R,BISGAARD J,et al.The effects of ultrasound guidance on first-attempt success for difficult peripheral intravenous catheterization:a systematic review and Meta-analysis[J].Eur J Emerg Med,2023,30(2):70-77.
- [38] MOHAMED A,MOHSEN N,SOLIS-GARCIA G,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.
- [39] 中国研究型医院学会危重医学专业委员会.基于循证的儿童床旁超声护理专家共识[J].中华现代护理杂志,2023,29(2):141-155.
- [40] 周青,江智霞,代永娅,等.特征性 P 波在腔内心电图引导 PICC 尖端定位中的应用研究进展[J].护理研究,2020,34(4):641-646.
- [41] ZHANG L,WANG M,ZHAO M,et al.Efficacy and safety of intracavitary electrocardiography-guided peripherally inserted central catheters in pediatric patients:a systematic review and Meta-analysis[J/OL].[2025-04-01].<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11468838/>.DOI:10.7717/peerj.18274.

(本文编辑:王园园)