

早产儿经大隐静脉行PICC置管最佳置管深度的临床研究

蒋娜 卿玲芳 熊波 李颖 何利 薄涛

(中南大学湘雅三医院儿科NICU, 湖南长沙 410011)

[摘要] **目的** 分析早产儿经大隐静脉 (great saphenous vein, GSV) 行经外周静脉穿刺的中心静脉导管 (peripherally inserted central venous catheter, PICC) 置管最佳置管深度 (optimal placement depth, OPD) 与体格测量参数之间的相关性, 以期建立经 GSV PICC 置管 OPD 的预测公式。**方法** 回顾性选取 2022 年 12 月—2024 年 2 月在中南大学湘雅三医院新生儿重症监护室经 GSV PICC 置管的早产儿为研究对象。按穿刺部位不同 [膝关节 (knee joint, KJ) 或踝关节 (ankle joint, AJ) GSV], 分为 GSV-KJ 置管组 (38 例) 和 GSV-AJ 置管组 (33 例)。测量置管时体重 (body weight, BW)、身长、上部量、下部量、头围、腹围, 应用 Pearson 相关分析评估上述变量与 OPD 的相关性, 构建早产儿经 GSV PICC 置管 OPD 的预测公式, 比较传统预估公式和新预测公式的预测深度与理想的 OPD 之间的预测残差。**结果** Pearson 相关分析显示, GSV-KJ 置管组和 GSV-AJ 置管组 PICC OPD 与 BW、身长、上部量、下部量、头围、腹围呈显著正相关 (均 $P < 0.05$), 两组中其与 BW 的相关性均最高; 一元线性回归分析显示, GSV-KJ 置管组和 GSV-AJ 置管组 PICC 置管 OPD 与 BW 呈线性关系。OPD 预测方程分别为: GSV-KJ PICC 置管 OPD (cm) = $13.1 + 2.7 \times BW$ (kg), GSV-AJ PICC 置管 OPD (cm) = $13.4 + 6.0 \times BW$ (kg); 新预测公式的预测残差显著小于传统预估公式 ($P < 0.05$)。**结论** 早产儿经 GSV PICC 置管 OPD 与 BW 呈正相关, 依据 BW 构建的新预测公式的预测结果更接近理想的 OPD。 [中国当代儿科杂志, 2024, 26 (10): 1046–1052]

[关键词] 经外周静脉置入中心静脉导管; 大隐静脉; 最佳置管深度; 模型预测; 早产儿

A clinical study on the optimal placement depth for peripherally inserted central catheter through the great saphenous vein in preterm infants

JIANG Na, QING Ling-Fang, XIONG Bo, LI Ying, HE Li, BO Tao. Neonatal Intensive Care Unit, Department of Pediatrics, Third Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410011, China (Bo T, Email: boily@yeah.net)

Abstract: Objective To investigate the correlation between optimal placement depth (OPD) and physical measurement parameters in preterm infants receiving placement of peripherally inserted central catheter (PICC) through the great saphenous vein (GSV), and to establish a predictive formula for OPD during the placement of PICC through the GSV. **Methods** A retrospective analysis was performed for the preterm infants who received the placement of PICC through the GSV in the Neonatal Intensive Care Unit of the Third Xiangya Hospital of Central South University from December 2022 to February 2024. According to the site of puncture [GSV of the knee joint (KJ) or the ankle joint (AJ)], they were divided into a GSV-KJ placement group ($n=38$) and a GSV-AJ placement group ($n=33$). The infants were measured in terms of body weight (BW), body length, the length of the upper and lower parts of the body, head circumference, and abdominal circumference at the time of placement. The Pearson correlation analysis was used to investigate the correlation between the above variables and OPD. A predictive formula was established for OPD in the placement of PICC via the GSV in preterm infants, and the predicted residual between the predicted depth and the ideal OPD was compared between the conventional predictive formula and the new predictive formula. **Results** The Pearson correlation analysis showed that PICC OPD was significantly positively correlated with BW, body length, the length of the upper and lower parts of the body, head circumference, and abdominal circumference in both the GSV-KJ placement group and GSV-AJ placement group ($P < 0.05$), with the highest degree of correlation between OPD and BW. The univariate linear regression analysis showed a linear relationship between PICC OPD and BW in both groups. The predictive formulas for OPD were as follows: GSV-KJ PICC OPD (cm) = $13.1 + 2.7 \times BW$ (kg) and GSV-AJ PICC OPD (cm) = $13.4 + 6.0 \times BW$ (kg), and the new predictive formulas

[收稿日期] 2024-05-31; [接受日期] 2024-09-11

[作者简介] 蒋娜, 女, 硕士研究生。

[通信作者] 薄涛, 男, 教授, 主任医师, Email: boily@yeah.net; 何利, 女, 主管护师, Email: 646315687@qq.com。

had a significantly lower predicted residual than the conventional predictive formula ($P<0.05$). **Conclusions** OPD for PICC through the GSV is positively correlated with BW, and the prediction results of the new predictive formula based on BW are closer to the ideal OPD. [Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2024, 26(10): 1046-1052]

Key words: Peripherally inserted central catheter; Great saphenous vein; Optimal catheterization depth; Model prediction; Preterm infant

随着救治能力的日益提升,现今所救治早产儿的胎龄越来越小、出生体重越来越低,而这往往意味着病情更复杂,救治难度更大。而这些早产儿,尤其是极低出生体重儿/超低出生体重儿,在救治过程中常常需要应用对血管有刺激性药物或长期输注静脉营养,建立安全可靠的静脉通道对于救治早产出生的危重患儿的重要性不言而喻。经外周静脉穿刺的中心静脉导管(peripherally inserted central venous catheter, PICC)具有安全性高、留置时间长、易护理等优势,可以避免反复静脉穿刺的痛苦,便于静脉液体的管理,已成为救治危重早产儿极其重要的“生命通道”^[1],但在置管或使用过程中会因各种因素出现导管尖端异位,据报道,导管尖端异位发生率可达15%~30%,是PICC置管最常见的并发症之一^[2-4]。PICC尖端异位对PICC的应用结局可产生极大影响,研究表明位于腔静脉中最佳置管位置的PICC留置时间明显长于异位者, PICC异位使非计划性拔管的发生概率增加^[5-6]。导管尖端位置与PICC其他并发症密切相关, PICC尖端异位可引起心律失常^[7]、胸腔积液^[8]、心包积液^[9]、气胸^[10]、腹腔积液^[11]等严重并发症,部分严重并发症如未及时发现,可危及生命。

目前临床上PICC置管定位方法包括公式预估深度法、X线定位法、超声定位法及心电图定位法等,其各有优缺点^[12-15]。现今PICC置管通常先测量体表标志,应用公式预估置管深度后置管,然后应用影像学定位确定导管尖端位置再调整导管位置^[16],因此,使用的置管深度预估公式精确度越高,一次置管成功率越高。但现今研究所获得的PICC置管深度预估公式所纳入的参数各不相同,每种公式的可用性、简便性各不相同,准确度缺乏进一步验证,很多公式难以在临床上得到推广^[17-19]。本研究收集临床上最常选择的经外周静脉大隐静脉(great saphenous vein, GSV)置入PICC的早产儿的临床资料,分析体格参数与PICC最佳置管深度(optimal placement depth, OPD)之间的相关性,建立早产儿经GSV PICC置管OPD的预测公式,对比所获得的新预测公式与传统预估公式,以期提高预估公式的准确性和便捷性。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选取2022年12月—2024年2月在我院新生儿重症监护室(neonatal intensive care unit, NICU)经GSV PICC置管的早产儿作为研究对象。纳入标准:(1)胎龄(gestational age, GA)<37周;(2)经GSV行PICC置管,2 h内X线成功定位者;(3)家属签署知情同意书。本研究通过中南大学湘雅三医院医院伦理委员会批准(批件号:2020-S394)。

1.2 置管前测量体表长度预测置管深度

PICC置管操作前,测量置管时体重(body weight, BW)、身长、上部量、下部量、头围、腹围;由NICU具有PICC置管操作资格的护士进行置管,使用1.9 Fr单腔导管(Medcomp, 美国),操作均按照《新生儿经外周置入中心静脉导管操作及管理指南(2021)》^[16]进行。测量时将患儿下肢摆放呈伸直位,采用统一定制的不可伸缩软尺(宽0.7 cm、量程100 cm、分度值0.1 cm)测量,根据临床常用的传统经验预估公式,即PICC置管深度=穿刺点到脐根部距离(cm)+1/2脐根部至剑突距离(cm)+0.5 cm。PICC由专业人员按标准的操作方法通过预设穿刺点置入,当置入长度达传统经验预估公式的置管长度时停止送管。

1.3 X线定位PICC

PICC置入预估深度后,由放射科医师利用X线摄影机(SM-32HF-B-D-C, Sedecal, 西班牙)行床旁摄片判断导管尖端位置,经GSV置入PICC导管尖端位置显影可接受的范围在第8~10胸椎间(T8-T10)^[12],设定从PICC的穿刺点到T9中点的导管长度为OPD。计算并记录传统预测公式及新预测公式的预测残差(预测值与理想值之差)。

1.4 统计学分析

采用SPSS 27.0软件对数据进行统计学分析。符合正态分布数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。采用Pearson相关分析评估变量之间的相关性,通过回归分析建立变量之间的定量关系,GSV-KJ置管组和GSV-AJ置管组所得新预测公式的预测残差与传统预测公式的预测残差的差异比较采用配对 t 检验。检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共纳入 71 例早产儿。按穿刺部位不同

[膝关节 (knee joint, KJ) 或踝关节 (ankle joint, AJ) GSV], 分为 GSV-KJ 置管组 (38 例) 和 GSV-AJ 置管组 (33 例)。见表 1。

表 1 经 GSV PICC 置管的早产儿一般资料 ($\bar{x} \pm s$)

指标	总数 (n=71)	GSV-AJ 置管组 (n=33)	GSV-KJ 置管组 (n=38)
GA (周)	26.7 ± 2.8	28.5 ± 2.2	30.7 ± 2.8
出生体重 (kg)	1.30 ± 0.45	1.13 ± 0.28	1.45 ± 0.51
置管时胎龄 (周)	30.5 ± 2.8	29.1 ± 2.5	31.6 ± 2.5
置管时日龄 (d)	6 ± 5	6 ± 4	7 ± 6
BW (kg)	1.28 ± 0.44	1.11 ± 0.29	1.43 ± 0.50
头围 (cm)	26.9 ± 2.9	25.7 ± 2.7	27.8 ± 2.8
身长 (cm)	38 ± 4	37 ± 3	40 ± 4
上部量 (cm)	24.1 ± 2.2	23.3 ± 2.3	24.8 ± 1.9
下部量 (cm)	14.2 ± 2.5	13.6 ± 2.4	14.8 ± 2.6
腹围 (cm)	23.9 ± 3.0	23.0 ± 2.7	24.7 ± 3.1

注: [GA] 胎龄; [BW] 体重。

2.2 OPD 与体格参数的相关性

Pearson 相关分析结果显示, GSV-KJ 置管组 PICC 置管 OPD 与 BW、身长、头围、上部量、下部量、腹围呈显著正相关 (分别 $r=0.811$ 、 0.766 、 0.791 、 0.535 、 0.616 、 0.690 , 均 $P<0.05$); GSV-AJ

置管组 PICC 置管 OPD 与 BW、身长、头围、上部量、下部量、腹围呈显著正相关 (分别 $r=0.883$ 、 0.816 、 0.785 、 0.735 、 0.453 、 0.597 , 均 $P<0.05$); 在两组中 PICC 置管 OPD 与 BW 的相关性均最高。见图 1~2。

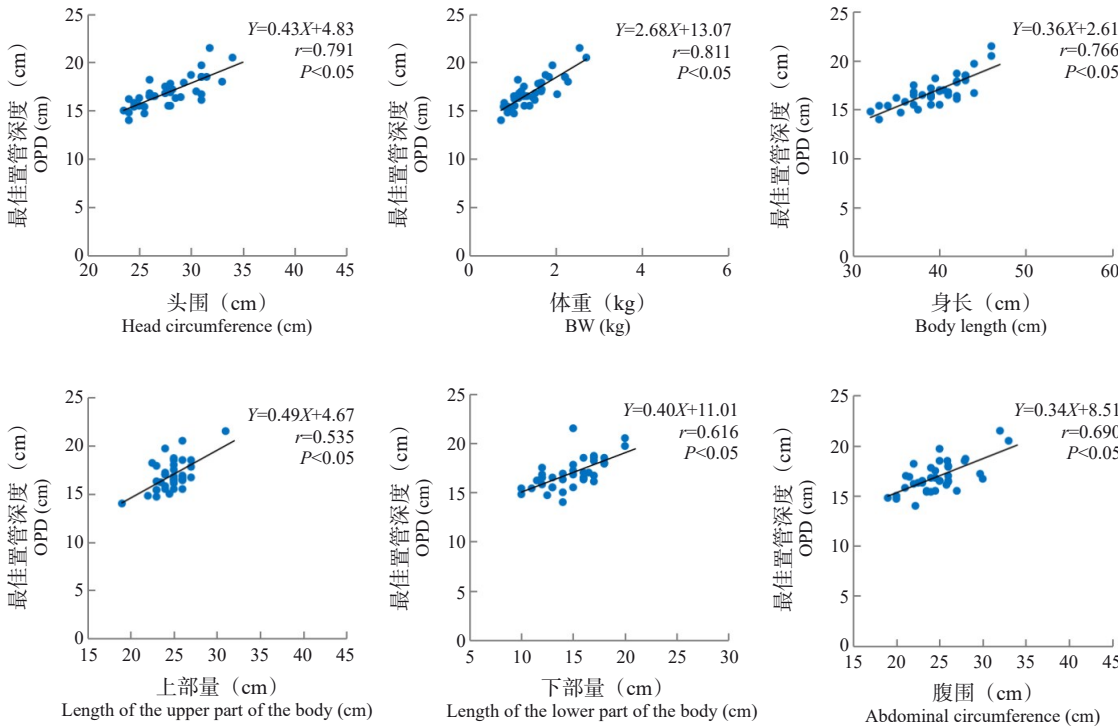


图 1 GSV-KJ 置管组 OPD 与体格参数的相关性

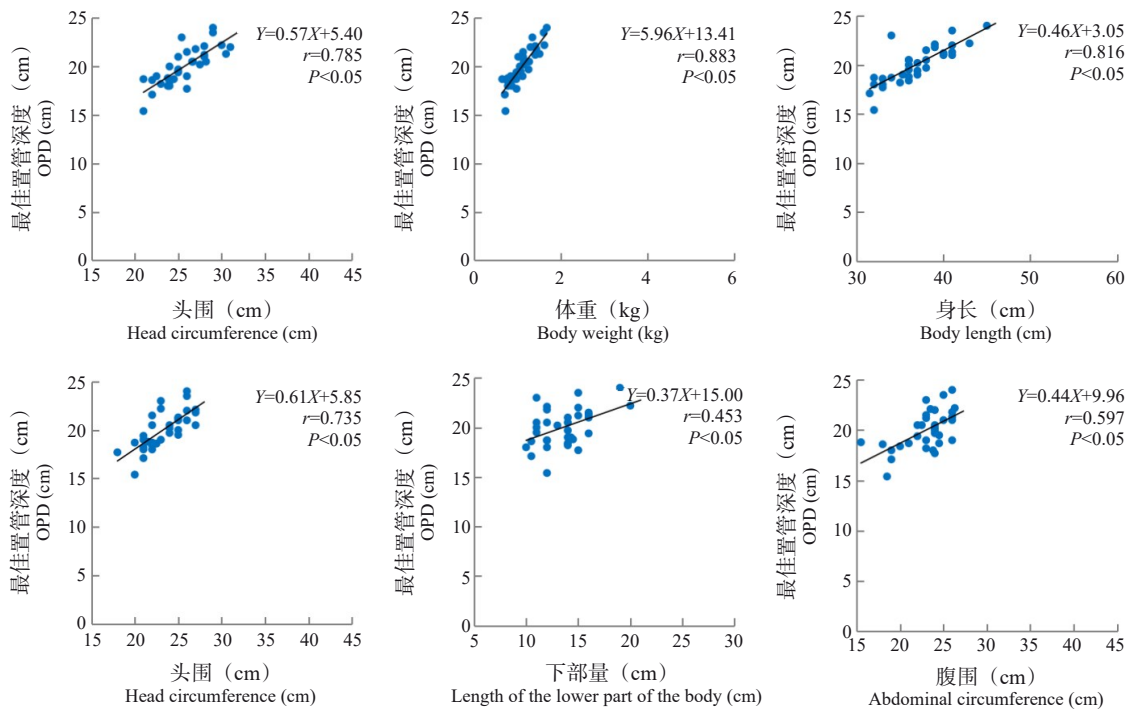


图2 GSV-AJ置管组OPD与体格参数的相关性

2.3 OPD与置管时BW的线性回归分析

以PICC置管OPD为因变量，以Pearson相关分析显示有统计学意义且相关性最强的BW为自变量，进行线性回归分析建模。经GSV PICC置管OPD的线性回归分析结果见表2~3。根据回归模型结果，推导出OPD预测方程分别为：GSV-KJ置管组OPD (cm) = 13.1 + 2.7 × BW (kg)，GSV-AJ置管组OPD (cm) = 13.4 + 6.0 × BW (kg)。

2.4 OPD新预测公式与传统预测公式预测残差的比较

GSV-KJ置管组、GSV-AJ置管组新预测公式的预测残差显著小于传统预测公式 ($P < 0.05$)，见表4。

表2 GSV-KJ置管组OPD与BW的回归分析 ($n=38$)

项目	非标准化系数		标准化系数		t	P
	B	标准误	β			
常数	13.073	0.434	—		30.115	<0.001
系数	2.680	0.287	0.842		9.349	<0.001
R^2	0.708					
调整后 R^2	0.700					
F	$F(1,36)=87.41 (P<0.001)$					
D-W 值	1.764					

注：因变量为OPD（最佳置管深度）；自变量为BW（体重）。

表3 GSV-AJ置管组OPD与BW的回归分析 ($n=33$)

项目	非标准化系数		标准化系数		t	P
	B	标准误	β			
常数	13.409	0.651	—		20.599	<0.001
系数	5.959	0.569	0.883		10.473	<0.001
R^2	0.780					
调整后 R^2	0.773					
F	$F(1,24)=109.675 (P<0.001)$					
D-W 值	1.609					

注：因变量为OPD（最佳置管深度）；自变量为BW（体重）。

表4 OPD新预测公式与传统预测公式预测残差的比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	传统预测公式 预测残差	新预测公式 预测残差	t 值	P 值
GSV-KJ置管组	38	-0.76 ± 1.25	0.06 ± 0.86	-4.977	<0.001
GSV-AJ置管组	33	-0.24 ± 0.92	0.04 ± 0.91	-2.090	0.045

注：[GSV] 大隐静脉；[KJ] 膝关节；[AJ] 踝关节。

3 讨论

新生儿PICC已普遍应用于NICU，为新生儿患者提供了可靠的静脉通道，但导管位置过深/过浅都会影响其输注功能，甚至可能导致危及生命的并发症出现，导管准确定位于正确位置成为整个

PICC置管操作中尤为重要的一步。目前新生儿PICC定位方法各有优缺点，X线定位技术因有辐射暴露、滞后性、无法实时调整导管位置导致其在临床应用中存在一定的限制，但目前仍作为PICC定位金标准^[20-21]。腔内心电图定位法虽具有较好的首次成功率但对于存在心脏结构病变、心律失常等心脏疾病的患儿不适用，而且此法需要特殊的定位仪器，尚未得到普及，由于无法直观看到PICC，仅能通过观察心电图形的变化间接判断导管是否进入心脏，对临床医务人员的心电图判图精准度提出了较高要求^[22-23]。超声定位法具有无创、直观、可实时监测导管尖端位置的优点，但此法对患儿配合度及体位要求高，定位时无法安静配合会很大程度影响定位的准确性，同时易受肺部及肠腔内气体影响，操作具有一定局限性^[24-25]，早产儿较其他人群对操作人员的专业培训要求高，而且很多医疗单位在置管过程中难以获得实时超声定位以实时调整导管位置，无法发挥超声定位的优势。

现今PICC置管前仍常规应用OPD传统预测公式预估导管置入深度，再应用其他定位方法调整定位；同时，置入PICC往往采用预裁剪方式，预估置入深度是确定导管修剪的重要依据。但是常用的OPD传统预测公式所选用的参数以身体长度多见^[17-19, 26]，而在新生儿中身体长度测量结果受到多方面因素的影响，包括测量时体位、骨及血管发育情况、皮肤褶皱情况等，其测量误差无法避免，取多次测量平均值可能减少测量误差，但工作量大大增加；此外，OPD传统预测公式提供的方程较复杂，在实际操作中采用更便捷、简单、规范、贴合临床实际应用的OPD预测方法，则更易推广。

多项研究表明，经下肢PICC置管的一次成功率明显高于上肢，且操作时间更短，出血量更少，置管留置时间更长，并发症更少，且导管异位率、感染发生率、非计划拔管发生率及液体外渗发生率等均低于上肢静脉置管^[27-29]。指南推荐新生儿PICC置管部位优先选择下肢静脉，经下肢置管时首选GSV^[16]，因此本研究主要研究经GSV PICC置管的OPD。

本研究通过对71例经GSV PICC置管的早产儿进行分析，Pearson相关分析结果显示，GSV-AJ置管组和GSV-KJ置管组OPD与身长、BW、头围等体格测量参数均具有相关性，与既往研究^[17-19]结

果一致，同时发现OPD与上部量、下部量、腹围等也存在相关性，且OPD与BW相关性最强。新生儿BW作为重要的体格测量参数，在临床中也被广泛应用，如计算用药剂量^[30]、评估气管插管深度^[31]、预测脐静脉置管深度^[32]等，本研究结果提示新生儿BW在预测PICC置管长度中可能具有重要应用价值。本研究进一步通过线性回归分析，结果显示OPD与BW之间存在线性关系且呈正相关，并由此推导出新预测公式，其中仅涉及BW一个自变量，且BW易获取并有标准的测量工具，误差明显小于对新生儿长度的测量。为验证新预测公式的准确性，本研究结果显示，新预测公式的预测残差显著小于传统预测公式，提示新预测公式的预测结果比传统预测公式更接近理想的OPD；GSV-KJ置管组与GSV-AJ置管组新预测公式预测残差平均值均小于0.10 cm，说明新预测公式在预估OPD时更准确，误差更小。本研究按照穿刺部位不同分为KJ和AJ进行分析，并各建立预测方程，进一步提升预测的精准性。

综上所述，早产儿经GSV PICC置管OPD与BW呈正相关，据此所构建的新预测公式的预测结果更接近理想的OPD，为新生儿PICC操作提供支持和参考。

作者贡献声明：蒋娜负责收集病例资料、整理数据、统计学分析、撰写论文；薄涛负责提出研究思路、指导研究设计、指导文章撰写并进行批评性审阅；何利、李颖负责提出研究思路、研究设计、质控入组病例及收集病例资料；卿玲芳、熊波负责收集病例资料。

利益冲突声明：所有作者均声明无利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Uygun I. Peripherally inserted central catheter in neonates: a safe and easy insertion technique[J]. J Pediatr Surg, 2016, 51(1): 188-191. PMID: 26364881. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2015.08.008.
- [2] Salonen S, Tammela O, Koivisto AM, et al. Umbilically and peripherally inserted thin central venous catheters have similar risks of complications in very low-birth-weight infants[J]. Clin Pediatr (Phila), 2023, 62(11): 1361-1368. PMID: 36942607. PMCID: PMC10548765. DOI: 10.1177/00099228231161299.
- [3] Whitney R, Langan M. Vascular access in pediatric patients in the emergency department: types of access, indications, and complications[J]. Pediatr Emerg Med Pract, 2017, 14(6): 1-20. PMID: 28562239.

- [4] Hess S, Poryo M, Böttger R, et al. Umbilical venous catheter- and peripherally inserted central catheter-associated complications in preterm infants with birth weight <1 250 g: results from a survey in Austria and Germany[J]. *Wien Med Wochenschr*, 2023, 173(7/8): 161-167. PMID: 35939216. PMCID: PMC10147741. DOI: 10.1007/s10354-022-00952-z.
- [5] Goldwasser B, Baia C, Kim M, et al. Non-central peripherally inserted central catheters in neonatal intensive care: complication rates and longevity of catheters relative to tip position[J]. *Pediatr Radiol*, 2017, 47(12): 1676-1681. PMID: 28765996. DOI: 10.1007/s00247-017-3939-1.
- [6] Dhillon SS, Connolly B, Shearkhani O, et al. Arrhythmias in children with peripherally inserted central catheters (PICCs)[J]. *Pediatr Cardiol*, 2020, 41(2): 407-413. PMID: 31853581. DOI: 10.1007/s00246-019-02274-1.
- [7] Patil K, Dhaded SM, Bhandankar M. A 1-year study on association between peripherally inserted central catheter tip position and complications in neonates[J]. *J Indian Assoc Pediatr Surg*, 2020, 25(5): 276-279. PMID: 33343107. PMCID: PMC7732011. DOI: 10.4103/jiaps.JIAPS_87_19.
- [8] 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. PMID: 36873398. PMCID: PMC9981636. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1092814.
- [9] Khoo WV, Choo YM, Zahari N, et al. Cardiac tamponade from peripherally-inserted central venous catheters in neonates: three case reports[J]. *Med J Malaysia*, 2021, 76(4): 566-568. PMID: 34305120.
- [10] Goli R, Zafarmokhtarian S, Ghalandari M, et al. Pneumothorax as a rare complication of peripherally inserted central catheter (PICC) in neonates: a case report study[J]. *Int J Surg Case Rep*, 2021, 88: 106472. PMID: 34637990. PMCID: PMC8506958. DOI: 10.1016/j.ijscr.2021.106472.
- [11] Boyar V, Galiczewski C. Reducing peripheral intravenous catheter extravasation in neonates: a quality improvement project[J]. *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 2021, 48(1): 31-38. PMID: 33427807. DOI: 10.1097/WON.0000000000000728.
- [12] Oliver G, Jones M. ECG or X-ray as the 'gold standard' for establishing PICC-tip location?[J]. *Br J Nurs*, 2014, 23 Suppl 19: S10-S16. PMID: 25345477. DOI: 10.12968/bjon.2014.23.Sup19.S10.
- [13] Zhang M, Tian Y, Jiang K, et al. Real-time ultrasound helps determine the position of PICC tip in premature infants nursing[J]. *Asian J Surg*, 2021, 44(5): 780. PMID: 33781684. DOI: 10.1016/j.asjsur.2021.02.017.
- [14] Oliver G, Jones M. ECG-based PICC tip verification system: an evaluation 5 years on[J]. *Br J Nurs*, 2016, 25(19): S4-S10. PMID: 27792447. DOI: 10.12968/bjon.2016.25.19.S4.
- [15] Xiao AQ, Sun J, Zhu LH, et al. Effectiveness of intracavitary electrocardiogram-guided peripherally inserted central catheter tip placement in premature infants: a multicentre pre-post intervention study[J]. *Eur J Pediatr*, 2020, 179(3): 439-446. PMID: 31788740. DOI: 10.1007/s00431-019-03524-3.
- [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] 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. PMID: 33427750. DOI: 10.1097/ANC.0000000000000817.
- [18] Stroud A, Zalieckas J, Tan C, et al. Simple formulas to determine optimal subclavian central venous catheter tip placement in infants and children[J]. *J Pediatr Surg*, 2014, 49(7): 1109-1112. PMID: 24952798. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2013.12.024.
- [19] 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.
- [20] Tomaszewski KJ, Ferko N, Hollmann SS, et al. Time and resources of peripherally inserted central catheter insertion procedures: a comparison between blind insertion/chest X-ray and a real time tip navigation and confirmation system[J]. *Clinicoecon Outcomes Res*, 2017, 9: 115-125. PMID: 28223832. PMCID: PMC5304969. DOI: 10.2147/CEOR.S121230.
- [21] Sharpe EL. Neonatal peripherally inserted central catheter practices and their association with demographics, training, and radiographic monitoring: results from a national survey[J]. *Adv Neonatal Care*, 2014, 14(5): 329-335. PMID: 24950035. DOI: 10.1097/ANC.0000000000000090.
- [22] Yin YX, Gao W, Feng SY, et al. ECG-guided PICC insertion using a new silicon catheter with a conductive tip: a retrospective clinical study[J]. *J Vasc Access*, 2022, 23(4): 567-573. PMID: 33769118. DOI: 10.1177/11297298211002572.
- [23] Sun W, Li J, Liu B, et al. Effects of indwelling centrally inserted central catheter on tip location of peripherally inserted central catheter with intracavitary electrocardiogram guidance: a retrospective case-control study[J]. *J Vasc Access*, 2023, 24(3): 379-384. PMID: 34296629. DOI: 10.1177/11297298211015088.
- [24] Telang N, Sharma D, Pratap OT, et al. Use of real-time ultrasound for locating tip position in neonates undergoing peripherally inserted central catheter insertion: a pilot study[J]. *Indian J Med Res*, 2017, 145(3): 373-376. PMID: 28749401. PMCID: PMC5555067. DOI: 10.4103/ijmr.IJMR_1542_14.
- [25] 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.
- [26] Kim DY, Park HR. 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. PMID: 34171883. DOI: 10.1097/JPN.0000000000000585.
- [27] Ares G, Hunter CJ. Central venous access in children: indications, devices, and risks[J]. *Curr Opin Pediatr*, 2017, 29(3): 317-323. PMID: 28223832. DOI: 10.1097/COO.0000000000000090.

- 340-346. PMID: 28323667.
DOI: 10.1097/MOP.0000000000000485.
- [28] Aria DJ, Vatsky S, Kaye R, et al. Greater saphenous venous access as an alternative in children[J]. *Pediatr Radiol*, 2014, 44(2): 187-192. PMID: 24096801.
DOI: 10.1007/s00247-013-2794-y.
- [29] Jin MF, Thompson SM, Comstock AC, et al. Technical success and safety of peripherally inserted central catheters in the great saphenous and anterior accessory great saphenous veins[J]. *J Vasc Access*, 2022, 23(2): 280-285. PMID: 33499716.
DOI: 10.1177/1129729821989166.
- [30] Euteneuer JC, Kamatkar S, Fukuda T, et al. Suggestions for model-informed precision dosing to optimize neonatal drug therapy[J]. *J Clin Pharmacol*, 2019, 59(2): 168-176. PMID: 30204236. PMCID: PMC7191829. DOI: 10.1002/jcph.1315.
- [31] Maiwald CA, Neuberger P, Mueller-Hansen I, et al. Nasal insertion depths for neonatal intubation[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2020, 105(6): 663-665. PMID: 32571834.
DOI: 10.1136/archdischild-2020-319140.
- [32] Kieran EA, Laffan EE, O'Donnell CP. Estimating umbilical catheter insertion depth in newborns using weight or body measurement: a randomised trial[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2016, 101(1): F10-F15. PMID: 26265678.
DOI: 10.1136/archdischild-2014-307668.
- (本文编辑: 杨丹)
- (版权所有©2024中国当代儿科杂志)