

本文引文格式:马钊,黄增钊,杨彤,等.不同脐静脉导管置入深度估算公式的临床研究:一项基于超声检查的前瞻性研究[J].右江民族医学院学报,2023,45(5):794-799.

【论著与临床报道】

不同脐静脉导管置入深度估算公式的临床研究: 一项基于超声检查的前瞻性研究

马钊¹,黄增钊²,杨彤¹,蓝秋慧¹,谢丽燕¹,黄献文¹

(1. 广西柳州市人民医院儿科,广西 柳州 545000;
2. 右江民族医学院研究生学院,广西 百色 533000)

摘要:目的 探讨不同脐静脉导管置入深度最适合临床应用的公式。方法 将162例需留置脐静脉导管的新生儿分3组进行随机对照试验,分别使用Dunn法(54例)、Shukla-Ferrara公式(52例)和Verheij公式(56例)估计导管置入深度。置入脐静脉导管后,用超声评估导管尖端是否到达腔静脉与右心房交界处的理想位置。收集并比较不同组别患儿的人口学特征、脐静脉导管位置、相关并发症等临床资料进行分析研究。结果 使用Verheij公式估计脐静脉导管置入深度有更大的概率能够到达预期目标位置,但与其他两种方法相比尚不具有统计学意义。有11例患儿导管尖端未达中心静脉,4例发生脐静脉导管相关并发症,其中有1例发生心律失常,3例合并腹胀。结论 Verheij公式能更准确地预测脐静脉导管的置入长度,但未发现有统计学意义,还需要再进行更大样本的研究。

关键词:脐静脉导管;深度;估算公式;超声

中图分类号:R322.123

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2023)05-0794-06

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2023.05.018

Clinical investigation of different formulas for estimating the insertion depth of umbilical venous catheter: a prospective study based on ultrasonic inspection

Ma Zhao¹, Huang Zengpo², Yang Tong¹, Lan Qiuhui¹, Xie Liyan¹, Huang Xianwen¹

(1. Department of Pediatrics, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou 545000, Guangxi, China; 2. Graduate School, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To explore the most suitable formula for the different insertion depth of umbilical venous catheter (UVC) in clinical application. **Methods** A randomized controlled trial of 162 neonates requiring UVC was conducted in different groups, the Dunn method (54 cases), Shukra-Ferrara formula (52 cases), and Verheij formula (56 cases) were used to estimate the depth of catheter insertion, respectively. After the UVC was inserted, ultrasound was used to assess whether the catheter tip reached the ideal position at the junction of vena cava and right atrium. The clinical data including demographic characteristics, UVC location, and related complications were collected and compared between the different groups of neonates for analysis and study. **Results** Verheij formula in estimating the insertion depth of UVC has a higher probability to reach an expected target position, however, it was not statistically significant compared with other 2 methods. In 11 cases, the catheter tip did not reach the central vein, there were 4 cases with UVC related complications, including 1 cases with arrhythmia and 3 cases with abdominal distension. **Conclusion** The Verheij formula can more accurately predict the insertion depth of UVC, but no statistically significant is found, further studies with larger samples are needed.

Key words: umbilical venous catheter; depth; estimating formula; ultrasound

基金项目:广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题(Z20210288)

第一作者简介:马钊(1979-),男,硕士,副主任医师,硕士研究生导师,研究方向:新生儿,E-mail:lzek@qq.com

通讯作者简介:黄献文(1969-),男,本科,主任医师,研究方向:新生儿,E-mail:hxwennicu@163.com

新生儿脐静脉导管(umbilical venous catheter, UVC)置入术是对在新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)住院的早产儿或有严重疾病的新生儿进行液体支持、血液制品输注、肠外营养及其他静脉治疗时的重要中心静脉通道^[1-2]。一般认为中心静脉导管尖端应当到达上/下腔静脉与右心房交界处较为适宜^[3-4]。UVC 置入不当可能会引发血管、肝脏、心脏等相关并发症,严重时可能会危及患儿生命^[2]。关于 UVC 置入深度的估算目前尚没有形成统一的共识。在临床上,各中心使用不同的方法估算 UVC 置入深度,常见的有 Dunn 法、Shukla-Ferrara 公式和 Verheij 公式^[5-6]。如何在这些方法中选择较为可靠者应用于临床,对于降低 UVC 置入风险和并发症非常重要^[7]。在现有的研究中尚没有对这 3 种公式的临床应用效果进行超声比较。在这项前瞻性研究中,本研究比较了使用上述 3 种方法估计 UVC 置入深度的临床应用效果,采用床旁超声评估 UVC 尖端位置是否到达下腔静脉与右心房交界处,尝试探索最适合临床应用的公式。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究纳入的研究对象是在 2018 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日于柳州市人民医院 NICU 住院治疗过程中因早产和(或)低出生体重、严重感染等原因而需要进行 UVC 置管的新生儿。排除标准:有先天性腹壁和(或)腹腔缺陷(如脐带膨出、腹裂和脐尿管未闭)、严重腹部和(或)腹腔感染(如脐炎、腹膜炎、坏死性小肠结肠炎)、以及严重胎儿水肿和其他伴有明显的先天性异常的新生儿。

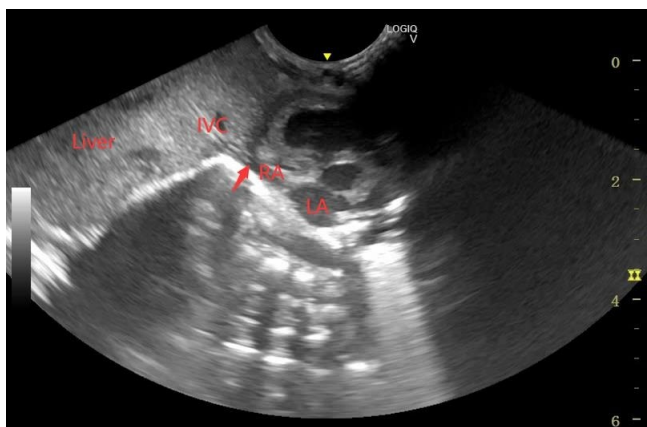
1.2 方法

1.2.1 实验分组 所有纳入研究的病例被随机分到下列三组:Dunn 组、Shukla-Ferrara 组和 Verheij 组。Dunn 组病例在导管放置前通过测量患儿脐-肩(shoulder-umbilicus, S-U)长度,然后对照 Dunn 列线图来获得估计置入深度^[8];Shukla-Ferrara 组病例在导管放置前根据患儿出生体重(birth weight, BW),通过以下公式获得估计置入深度(cm): $[BW(kg) * 3 + 9] / 2 + 1$ ^[9];Verheij 组病例在导管放置前根据患儿 BW,通过以下公式获得估计置入深度(cm): $[BW(kg) * 3 + 9] / 2$ ^[10]。

1.2.2 脐静脉导管置管及超声评估 本研究中实施 UVC 置管操作的医师是具有相关从业资质的初级以上职称的新生儿科/NICU 医师,低年资住院医师操作时须有中级或以上职称 NICU 医师在旁指导。本研究中所使用的是法国美德 3.5Fr 脐静脉导管(包),注册号:国械注进 20153030470。在 UVC 置入期间,如果出现任何导管相关并发症,则立即移除导管,必要时

送细菌学检查;如果没有出现并发症,则在最长使用 14 d 后移除导管。在整个置管期间,UVC 由 NICU 专科护士定期护理。

本研究使用的是美国产 GE-LOGIQ V1 超声诊断仪,安装原装 L6-12-RS 线性探头,可视可调中心频率 4.0~13.0 MHz。UVC 置入后使用床旁超声进行评估:超声探头置于剑突下,调整到剑突下下腔静脉切面,以识别下腔静脉-右心房连接处(见图 1)。



注:探查的切面是剑突下下腔静脉切面,可见 UVC 在下腔静脉(inferior vena cava, IVC)内走行,箭头所指示处为 UVC 尖端位于下腔静脉-右心房连接处, Liver 表示肝脏, RA 表示右心房(right atrium), LA 表示左心房(left atrium)。

图 1 超声声像显示的合适的脐静脉导管尖端位置

通过在矢状面扫描中胸部以定位 UVC 尖端位置,并通过使用肝脏作为超声窗口在右中腹部前腹壁的矢状面上扫描静脉导管,对 UVC 进行扫描;确认尖端位置时可由 UVC 注射少量无菌生理盐水,从而在超声声像上观察到注射时管尖的湍流^[11],在此过程中,注意确保新生儿有足够的氧合和温度维持。理想目标位置是 UVC 尖端位于下腔静脉与右心房交界处。超声探测到 UVC 尖端位于目标位置区域内评价为置入深度“适宜”,低于目标位置 1 cm 评价为置入“过浅”,高于目标位置 1 cm 评价为置入“过深”。实施超声检查的医师是具有相关从业资质并经过专门重症超声培训的中级以上职称的 NICU 医师。当初步超声扫查结果存疑时,立即由另一位具有同样资质的医师复核评估,并增加心尖四腔心、胸骨旁短轴等切面,如高度怀疑进入门静脉,需要进行肝脏超声扫描,并行床旁前后位胸片辅助确认。在部分病例中,本研究尝试应用超声探头压迫肝区等方法辅助穿刺。操作结束后记录导管尝试置入次数、导管实际置入深度。

1.3 结果记录 纳入研究的病例除上述超声置管评估相关记录外,还分别记录了患儿的一般资料,主要包括性别、孕周、分娩方式、出生体重、身长、头围、胸围

等,并根据出生体重与孕周的关系评价为小于胎龄儿 (small for gestational age, SGA)、适于胎龄儿 (appropriate for gestational age, AGA)、大于胎龄儿 (large for gestational age, LGA)^[12]。对发生置管相关并发症的患儿进行随访,详细记录并发症类型、可能的原因及预后。其中导管相关性血行感染 (catheter related bloodstream infection, CRBSI) 的诊断及管理依据中华医学会《血管内导管相关感染的预防与治疗指南 (2007)》进行^[13]。血栓诊断及管理依据中华医学会《深静脉血栓形成的诊断和治疗指南 (第三版)》进行^[14]。其他并发症的诊断和管理依据临床指南、治疗常规进行。

1.4 伦理审查 本研究已经得到柳州市人民医院医学伦理委员会审查并批准 (文件号: KY2022-015-01)。所有参与研究的患儿父母均自愿、知情,并签署书面知情同意书。

1.5 统计学方法 使用 SPSS 24.0 版统计软件包对数据进行分析。对于符合正态分布的计量数据用 ($\bar{x} \pm s$) 表示,不符合正态分布时则用中位数 (M) 和四分位距 (IQR) 表示。计数数据用频数 (n) 和百分比 (%)

表示。使用单样本 Kolmogorov-Smirnov 检验评估数据是否符合正态分布。在比较 3 组之间的计量数据时,若数据符合正态分布使用方差分析,若数据不符合正态分布使用 Kruskal-Wallis 检验。使用 χ^2 检验比较计数数据。在 $P < 0.05$ 时认为具有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入病例数 162 例,其中 Dunn 组 54 例、Shukla-Ferrara 组 52 例、Verheij 组 56 例。研究对象中男婴占比 59.26% ($n = 96$),女婴占比 40.74% ($n = 66$)。研究对象的胎龄在 23.71~39.57 ($M = 30.93, 29.14 \sim 32.29$) 周之间,出生体重在 480~3480 ($M = 1300, 1080 \sim 1555$) g 之间,身高在 19.00~51.00 ($M = 38.00, 35.00 \sim 40.00$) cm 之间,头围在 18.00~40.00 ($M = 27.00, 25.25 \sim 29.00$) cm 之间。研究对象中早产儿占比 82.72% ($n = 134$),超未成熟儿占比 14.81% ($n = 24$)。小于胎龄儿占比 24.69% ($n = 40$),适于胎龄儿占比 72.84% ($n = 118$)。3 组中纳入研究的患儿在性别、孕周、出生体重、身高、头围中的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。详细的病例人口学特征资料见表 1。

表 1 3 组中新生儿人口学特征的分布

特征	Dunn 组 ($n = 54$)	Shukla-Ferrara 组 ($n = 52$)	Verheij 组 ($n = 56$)	χ^2	P
性别 ^a				1.238	0.538
男	31(57.41)	34(65.38)	31(55.36)		
女	23(42.59)	18(34.62)	25(44.64)		
分娩方式 ^a				0.118	0.943
顺产	13(24.07)	14(26.92)	14(25.00)		
剖宫产	41(75.93)	38(73.08)	42(75.00)		
出生体重/g ^b	1310.00(1125.00~1600.00)	1235.00(1006.00~1622.50)	1300.00(1120.00~1520.00)	1.202	0.548
≥ 2500	3(5.55)	0(0)	2(3.57)		
1500~2499	15(27.78)	17(32.69)	12(21.43)		
1000~1499	29(53.71)	20(38.46)	35(62.50)		
≤ 999	7(12.96)	15(28.85)	7(12.50)		
身高/cm ^b	39.00(35.50~41.00) ($n = 53$) ^c	38.00(34.00~41.00) ($n = 49$) ^c	37.00(34.00~40.00) ($n = 55$) ^c	3.656	0.161
头围/cm ^b	27.00(26.00~29.00) ($n = 53$) ^d	27.50(25.00~29.00) ($n = 48$) ^d	27.00(25.00~28.00) ($n = 55$) ^d	1.869	0.393
胎龄/周 ^b	31.29(29.86~32.57)	30.57(29.46~32.29)	30.86(29.00~32.14)	1.883	0.390
≥ 37	3(5.55)	0(0)	2(3.57)		
29~36	41(75.93)	44(84.62)	44(78.57)		
≤ 28	10(18.52)	8(15.38)	10(17.86)		
体重与胎龄关系 ^a			($n = 55$) ^e	6.208	0.195
小于胎龄儿	9(16.67)	13(25.00)	18(32.73)		
适于胎龄儿	45(83.33)	38(73.08)	35(63.64)		
大于胎龄儿	0(0.00)	1(1.92)	2(3.63)		
住院原因(入院诊断) ^a				3.934	0.415
早产儿	42(77.78)	45(86.54)	47(83.93)		
超未成熟儿	9(16.67)	7(13.46)	8(14.29)		
其他	3(5.55)	0(0.00)	1(1.78)		

注:①表内计数资料数据用 [n (%)] 表示,计量资料数据以 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。②a: χ^2 检验或 Fisher 检验; b: Kruskal-Wallis 检验。c: 身高数据删失 5 例 (分别为 Dunn 组 1 例、Shukla-Ferrara 组 3 例、Verheij 组 1 例), 占比 3.09%。d: 头围数据删失 6 例 (分别为 Dunn 组 1 例、Shukla-Ferrara 组 4 例、Verheij 组 1 例), 占比 3.70%。e: 该组有 1 例为孕周 23 周+5 d 出生体重 480 g 的超未成熟儿未行体重与胎龄关系评估。

所有研究对象中,UVC置入深度评价为“适宜”的占比为33.95%(55/162),评价为“过浅”和“过深”的分别占比为28.40%(46/162)、30.86%(50/162)。三类评价在3个组中的差异无统计学意义($P=0.587$),如表2及图2所示。具体而言,置入深度适宜的病例中,25.45%(14/55)在Dunn组,34.55%(19/55)在Shukla-Ferrara组,40.00%(22/55)在Verheij组。置入深度过浅(38.60%, $n=22$)和过深(36.00%, $n=18$)的病例均在Dunn组出现最多。导管置入深度过浅的病例中,有部分并未到达中心静脉区域(经探查导管尖端多在门静脉,于下详述)。比较3组病例导管位置是否位于中心静脉亦未发现统计学差异($P=0.734$),如表3所示。

表2 导管深度评估

导管位置	Dunn组 ($n=54$)	Shukla-Ferrara组 ($n=52$)	Verheij组 ($n=56$)	χ^2	P
适宜	14(25.93)	19(36.54)	22(39.28)	2.848	0.587
过浅	22(40.74)	16(30.77)	19(33.93)		
过深	18(33.33)	17(32.69)	15(26.79)		

注:表内计数资料数据用[$n(\%)$]表示。

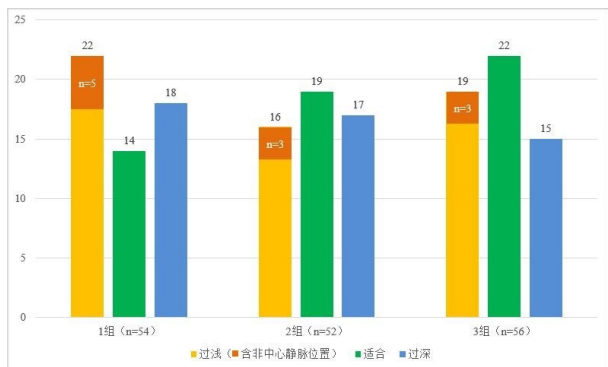


图2 3组中脐静脉导管尖端位置的评估

所有研究对象的UVC置入尝试次数在1~3($M=1,1\sim 2$)次之间。Dunn组尝试次数在1~3($M=2,1\sim 2$)次之间;Shukla-Ferrara组尝试次数在1~2($M=1,1\sim 2$)次之间;Verheij组尝试次数在1~3($M=1,1\sim 2$)次之间。各组尝试次数之间差异无统计学意义($P=0.483$),如表4所示。有52.47%(85/162)的患儿在第一次尝试置管时脐静脉导管尖端进入了中心静脉,其余47.53%(77/162)患儿均未在中心静脉内探查及UVC声像中。在上述未进入中心静脉的患儿中,第二次尝试穿刺时,操作者尝试通过自肝脏侧后方托起或通过超声探头适当压迫肝区使导管置入^[15](这两种方法似乎存在差异,有待后续进一步研究)。第二次穿刺成功的共有66例,最终仍有11例患儿UVC未能进入中心静脉,其中误入门静脉的占比约72.73%(8/

11),有1例拍胸片提示导管在腹腔,有2例考虑导管误入脐动脉。

表3 导管尖端位置评估

导管位置	Dunn组 ($n=54$)	Shukla-Ferrara组 ($n=52$)	Verheij组 ($n=56$)	χ^2	P
中心静脉	49(90.74)	49(94.23)	53(94.64)	0.794	0.734
非中心静脉	5(9.26)	3(5.77)	3(5.36)		
门静脉	5(100)	2(66.67)	1(33.33)		
其他	0(0)	1(33.33)	2(66.67)		

注:表内计数资料数据用[$n(\%)$]表示。

表4 脐静脉导管尝试置入次数

置入次数	Dunn组 ($n=54$)	Shukla-Ferrara组 ($n=52$)	Verheij组 ($n=56$)	χ^2	P
1次	26(48.15)	31(59.62)	29(51.79)	1.457	0.483
2次	28(51.85)	21(40.38)	27(48.21)		

注:表内计数资料数据用[$n(\%)$]表示。

所有研究对象的UVC置入深度在3.0~12.5($M=8.5,8.0\sim 9.5$)cm之间。Dunn组置入深度在5.0~12.0($M=9.0,8.0\sim 9.5$)cm之间;Shukla-Ferrara组置入深度在3.0~11.0($M=8.5,8.0\sim 9.5$)cm之间;Verheij组置入深度在5.0~12.5($M=8.5,8.0\sim 9.5$)cm之间。各组置管深度之间差异无统计学意义($P=0.235$)。

在导管留置期间,所有研究对象均未出现导管相关败血症或坏死性小肠结肠炎。所有导管在移除前均可正常使用。有1例患儿合并有心律失常,表现为窦性心动过速,在超声引导下重新定位导管后得到解决;3例患儿置管后出现腹胀;3例患儿穿刺失败,其中1例超声探查结合胸片证实导管进入腹腔,拔出后患儿未见异常表现,并安全出院,另外2例患儿穿刺误入脐动脉。

3 讨论

新生儿UVC置入术是NICU中最常用的中心静脉置管手段之一。相比于经皮中心静脉置管(peripherally inserted central venous catheter, PICC)术,UVC置管操作简便、快速,尤其在早期抢救急危重症新生儿中有不可替代的地位^[16]。UVC置入时除了可能会有误穿脐动脉、误入肝区等特殊风险外^[17-18],与其他中心静脉置管方法类似,也会有置入深度不适宜的情况存在,影响导管使用。一般认为,中心静脉置管的最合适位置是导管尖端位于上/下腔静脉和右心房的连接处。在过去,UVC置入后主要依靠拍摄前后位胸部X线片确认导管走向和导管尖端位置^[19]。传统拍片方法在判断导管走向上具有较高的特异性,但在导管尖端的精确位置的判断上,则不如超声精准。由于

X 线摄片存在仪器角度、患儿体位等不易标准化控制的因素,在反映导管尖端位置时常常会存在少许误差^[20]。很多需要置入 UVC 的患儿孕周小、出生体重低,导管尖端如进入到肝脏或者右心房,会导致腹胀、肝脓肿、心律失常等各种并发症^[21]。随着重症超声的发展,NICU 医师开始利用床旁超声评估 UVC 置入后的情况^[22-23]。相较于传统拍片方法,床旁超声方法评估 UVC 主要有速度快、无辐射、解剖定位清晰等优点。国外有学者对比了超声与 X 线两种方法在判断 UVC 尖端上的效能,发现超声判断法较为理想^[24-25]。

UVC 置入深度的确定方法一直以来存在多种,目前临床上采用的方法包括 Dunn 法、Shukla-Ferrara 公式、Verheij 公式等。1966 年,Dunn 基于解剖学数据介绍了一种估计新生儿 UVC 置入深度的简单方法,即使用患儿 S-U 长度在拟合的列线表上对照置管深度^[8],其方法较为直观易行。但在临床应用中由于测量误差,可能导致 UVC 置入深度有较大差别^[26]。1986 年,Shukla 和 Ferrara 在病例回顾的基础上提出了使用基于 BW 的 UVC 置入深度公式,认为其在可靠性、可重复性和在紧急情况下的效能较 Dunn 法更好,即 Shukla-Ferrara 公式^[9]。然而在后续研究发现,该公式容易导致 UVC 置入过深。VERHEIJ G H 等^[10]在此基础上提出了修正的公式。此后,不同学者对比研究了估计 UVC 置入深度的两种或多种方法^[27-28],但多为基于 X 线摄片的方法,少有基于床旁超声的评估。我国少有研究将 Dunn 法、Shukla-Ferrara 公式、Verheij 公式 3 种方法放在一起进行比较。在本研究中使用了目前效率比较高的床旁超声对这 3 种方法进行了比较,发现使用 Verheij 公式预测 UVC 置入深度,最终位置为“适宜”的概率较高,并且导致位置“过深”的概率较低。Verheij 公式本身是基于 Shukla-Ferrara 公式的修正,最初的意图在于避免导管置入过深,而在防止导管置入过浅或误入门静脉方面,则没有太多贡献。本研究发现这种置入“过浅”的情况在 BW 较低的新生儿中出现的比率更高。本研究认为,孕周<28 周的超未成熟儿,由于其具有发育极度不成熟、皮下脂肪薄等自身特点,重量分布更偏向于头部,因此使用体重估计 UVC 置入深度,面临导管置入过深的风险较一般早产儿高。同样地,考虑到 LGA 患儿的身长与头围发育的规律,单纯使用 BW 估计 UVC 置入深度,尤其是对于有较大体重的新生儿来说似乎也并不合适。最终本研究在比较使用 3 种不同方法预测 UVC 置入深度之间的差异时没有发现统计学意义,这可能与研究样本量太小有关。

UVC 放置不当,可能引起肝损伤和坏死、肝包膜下血肿或脓肿、心率失常、血栓性心内膜炎、心肌穿孔、

胸腔和心包积液、心包填塞等并发症,严重时可危及患儿生命^[2,7]。在以往的研究中,发生肝脏相关并发症的病例 UVC 位置常过浅,发生心脏相关并发症的病例 UVC 位置常过深^[17-18]。在本研究中有 1 例患儿置管后出现窦性心动过速,经过处理后症状消失,没有发生严重的心脏相关并发症。本研究认为,其中重要的原因是在放置 UVC 后,床旁超声可以迅速地对导管尖端位置进行扫查,并在发现不适当的过深位置的情况下,通过对导管进行适当退出的干预,从而避免了心脏相关并发症的发生。同时 UVC 置管的过程中有专业 NICU 医师在旁指导,如发现异常的心率加快等表现,也将积极寻找原因,必要时暂停或中止操作。在本研究中没有发现肝脏相关的并发症。操作医师在置管过程中须十分注意轻柔操作,如遇导管送入过程中感到阻力,切忌强行推送,应当稍退出后再尝试送入,必要时可改变体位。在对待误入门静脉的 UVC 上,如非紧急输液情况下,本研究人员选择拔除不用此种异位 UVC。在对待置入深度过浅的病例中,因为再行送入有增加 CRBSI 的风险^[29],本研究不再尝试送入。本研究观察到 UVC 置管尝试的次数在各组间并没有统计学差异。最后,与其他静脉置管一样,UVC 也可能出现感染、血栓形成、血管损伤等并发症。在本研究中没有发现上述并发症。在导管留置方面,有研究指出 14 d 后拔除脐静脉导管不会增加并发症的风险^[30]。本研究中所有 UVC 放置时间均未超过 14 d。

综上所述,本研究没有得出 NICU 住院患儿估计 UVC 置入深度最有效的方法。在研究中发现使用 Verheij 公式估计 UVC 置入深度有更大的概率能够达到预期目标位置,但与另外两种方式相比无统计学差异,可能需要进一步的、更大样本量的研究。总之,新生儿脐静脉置管重要的是要确认导管走向和导管尖端位置,以防止发生相关并发症。

参考文献:

- [1] 中国新生儿复苏项目专家组. 中国新生儿复苏指南(2016 年北京修订)[J]. 中华围产医学杂志, 2016, 19(7): 481-486.
- [2] NASH P. Umbilical catheters, placement, and complication management[J]. J Infus Nurs, 2006, 29(6): 346-52.
- [3] PASTER S, MIDDLETON P. Roentgenographic evaluation of umbilical artery and vein catheters[J]. JAMA, 1975, 231(7): 742-746.
- [4] CAMPBELL R E. Roentgenologic features of umbilical vascular catheterization in the newborn[J]. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med, 1971, 112(1): 68-76.
- [5] KIERAN E A, LAFFAN E E, O'DONNELL C P F. Estimating umbilical catheter insertion depth in newborns u-

- sing weight or body measurement: a randomised trial[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2016, 101(1): F10-F15.
- [6] SHETA A, KAMALUDEEN M, SORAISHAM A S. Umbilical venous catheter insertion depth estimation using birth weight versus surface measurement formula: a randomized controlled trial[J]. J Perinatol, 2020, 40(4): 567-572.
- [7] LEVIT O L, SHABANOVA V, BIZZARRO M J. Umbilical catheter-associated complications in a level IV neonatal intensive care unit[J]. J Perinatol, 2020, 40(4): 573-580.
- [8] DUNN P M. Localization of the umbilical catheter by post-mortem measurement[J]. Arch Dis Child, 1966, 41(215): 69-75.
- [9] SHUKLA H, FERRARA A. Rapid estimation of insertional length of umbilical catheters in newborns[J]. Am J Dis Child, 1986, 140(8): 786-788.
- [10] VERHEIJ G H, TE PAS A B, SMITS-WINTJENS V E H J, et al. Revised formula to determine the insertion length of umbilical vein catheters [J]. Eur J Pediatr, 2013, 172(8): 1011-1015.
- [11] SAUGEL B, SCHEEREN T W L, TEBOUL J L. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice [J]. Crit Care, 2017, 21(1): 225.
- [12] 朱丽, 张蓉, 张淑莲, 等. 中国不同胎龄新生儿出生体重曲线研制[J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(2): 97-103.
- [13] 中华医学会重症医学分会. 血管内导管相关感染的预防与治疗指南(2007) [J]. 中华外科杂志, 2008, 46(19): 1441-1449.
- [14] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版)[J]. 中华血管外科杂志, 2017, 2(4): 201-208.
- [15] KISHIGAMI M, SHIMOKAZE T, ENOMOTO M, et al. Ultrasound-guided umbilical venous catheter insertion with alignment of the umbilical vein and ductus venosus[J]. J Ultrasound Med, 2020, 39(2): 379-383.
- [16] GUPTA S, PATWARDHAN G, PARIKH T, et al. Which long line do we use in very low birth weight neonates; umbilical venous catheter or peripherally inserted central catheter? [J]. J Neonatal Perinatal Med, 2021, 14(2): 229-235.
- [17] GRIZEL J R, VUKOVIC J, BOJANIC K, et al. Severe liver injury while using umbilical venous catheter: case series and literature review[J]. Am J Perinatol, 2014, 31(11): 965-974.
- [18] GOH S S M, KAN S Y, BHARADWAJ S, et al. A review of umbilical venous catheter-related complications at a tertiary neonatal unit in Singapore [J]. Singapore Med J, 2021, 62(1): 29-33.
- [19] HOELLERLING A B, KOORTS P J, CARTWRIGHT D W, et al. Determination of umbilical venous catheter tip position with radiograph [J]. Pediatr Crit Care Med, 2014, 15(1): 56-61.
- [20] GUIMARÃES A F M, SOUZA A A, BOUZADA M C F, et al. Accuracy of chest radiography for positioning of the umbilical venous catheter[J]. J Pediatr(Rio J), 2017, 93(2): 172-178.
- [21] MUTLU M, ASLAN Y, KUL S, et al. Umbilical venous catheter complications in newborns: a 6-year single-center experience[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2016, 29(17): 2817-2822.
- [22] GREENBERG M, MOVAHED H, PETERSON B, et al. Placement of umbilical venous catheters with use of bedside real-time ultrasonography [J]. J Pediatr, 1995, 126(4): 633-635.
- [23] ADES A, SABLE C, CUMMINGS S, et al. Echocardiographic evaluation of umbilical venous catheter placement[J]. J Perinatol, 2003, 23(1): 24-28.
- [24] FRANTA J, HARABOR A, SORAISHAM A S. Ultrasound assessment of umbilical venous catheter migration in preterm infants: a prospective study [J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2017, 102(3): F251-F255.
- [25] FLEMING S E, KIM J H. Ultrasound-guided umbilical catheter insertion in neonates [J]. J Perinatol, 2011, 31(5): 344-349.
- [26] LOPRIORE E, VERHEIJ G H, WALTHER F J. Measurement of the 'shoulder-umbilical' distance for insertion of umbilical catheters in newborn babies: questionnaire study [J]. Neonatology, 2008, 94(1): 35-37.
- [27] LEAN W L, DAWSON J A, DAVIS P G, et al. Accuracy of five formulae to determine the insertion length of umbilical venous catheters [J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2019, 104(2): F165-F169.
- [28] MUTLU M, PARILTAN B K, ASLAN Y, et al. Comparison of methods and formulas used in umbilical venous catheter placement [J]. Turk Pediatri Ars, 2017, 52(1): 35-42.
- [29] RUPP M E, MAJORANT D. Prevention of vascular catheter-related bloodstream infections [J]. Infect Dis Clin North Am, 2016, 30(4): 853-868.
- [30] ARNTS I J J, BULLENS L M, GROENEWOUD J M M, et al. Comparison of complication rates between umbilical and peripherally inserted central venous catheters in newborns [J]. J Obstet Gynecol Neonatal Nurs, 2014, 43(2): 205-215.

收稿日期: 2023-06-26; 修回日期: 2023-07-28