

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20233383

论著·医院感染监测专题

NICU 新生儿脐静脉置管血流感染风险预测模型的构建与验证

苗逸群¹, 刘文文¹, 赵淑良¹, 姜汇敏¹, 李亚男¹, 滕平², 王爱华¹, 张媛媛¹

(1. 潍坊医学院护理学院, 山东 潍坊 261053; 2. 潍坊市妇幼保健院产房, 山东 潍坊 261011)

[摘要] **目的** 构建新生儿重症监护病房(NICU)的新生儿脐静脉置管血流感染的风险预测模型,并对其进行应用效果进行检验。**方法** 回顾性选择某院 2020 年 7 月—2021 年 12 月 NICU 行脐静脉置管的新生儿作为建模组,根据是否发生脐静脉置管血流感染分为感染组和非感染组,统计感染组新生儿血微生物培养中细菌检出情况。采用单因素及多因素 logistic 回归分析筛选血流感染的危险因素并纳入 R 语言建立预测风险的列线图模型。另选取 2022 年 1—7 月行脐静脉置管的新生儿作为验证组进行模型的外部验证。**结果** 2020 年 7 月—2021 年 12 月的 447 例新生儿为建模组,其中感染组 34 例,非感染组 413 例,感染发病率为 7.6%;2022 年 1—7 月的 225 例新生儿为验证组。建模组 logistic 回归分析显示,置管总时间>7 d、出生体重<1 500 g、穿刺次数>2 次、清蛋白<35 g/L、机械通气史、经外周静脉穿刺中心静脉置管治疗史是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立危险因素。基于回归结果建立列线图预测模型,建模组受试者工作特征(ROC)曲线下面积为 0.866(95%CI: 0.784~0.947),Youden 指数为 0.642,灵敏度为 0.853,特异度为 0.789;Hosmer-Lemeshow 检验显示 $P=0.323$;验证组 ROC 曲线下面积为 0.837(95%CI: 0.744~0.930),Youden 指数为 0.549,灵敏度为 0.700,特异度为 0.849;提示模型具有较好的区分度和拟合优度。**结论** 本研究构建的模型能较好地预测 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的风险,可作为临床医护人员预测新生儿脐静脉置管血流感染风险的评估工具。

[关键词] 血流感染;脐静脉置管;预测模型;列线图;新生儿重症监护病房

[中图分类号] R181.3⁺2

Construction and validation of risk prediction model for umbilical vein catheterization bloodstream infection in neonates in neonatal intensive care unit

MIAO Yi-qun¹, LIU Wen-wen¹, ZHAO Shu-liang¹, JIANG Hui-min¹, LI Ya-nan¹, TENG Ping², WANG Ai-hua¹, ZHANG Yuan-yuan¹ (1. School of Nursing, Weifang Medical University, Weifang 261053, China; 2. Delivery Room, Weifang Maternal and Child Health Hospital, Weifang 261011, China)

[Abstract] **Objective** To construct a risk prediction model for neonatal umbilical vein catheterization (UVC) bloodstream infection (BSI) in neonates in a neonatal intensive care unit (NICU), and validate the application effect. **Methods** Neonates underwent UVC in NICU of a hospital from July 2020 to December 2021 were selected retrospectively as the modeling group and divided into the infection group and non-infection group according to whether UVC BSI occurred. Bacteria isolated from blood microbial culture of neonates in infection group was statistically analyzed. Risk factors for BSI were screened by univariate and multivariate logistic regression analysis. R language was used to construct a nomograph model to predict the risk. In addition, neonates underwent UVC from January to July 2022 were selected as the validation group for external validation of the model. **Results** From July

[收稿日期] 2022-09-19

[基金项目] 2018 年潍坊市科学技术发展计划(医学类)(2018YX029)

[作者简介] 苗逸群(1997-),女(汉族),山东省枣庄市人,硕士研究生,主要从事助产与母婴护理研究。

[通信作者] 王爱华 E-mail: wangaihua64@163.com

2020 to December 2021, 447 neonates were selected as modeling group, including 34 in infection group and 413 in non-infection group, with an infection rate of 7.6%. 225 neonates from January to July 2022 were as the validation group. Logistic regression analysis on modeling group showed that the total catheterization time >7 days, birth weight <1 500 g, puncture opportunities >2 times, albumin <35 g/L, history of mechanical ventilation and peripherally inserted central catheter (PICC) treatment were independent risk factors for UVC BSI in NICU neonates. Nomograph prediction model was constructed based on the regression analysis results. The area under the receiver operating characteristic (ROC) curve of subjects in the modeling group was 0.866 (95% CI: 0.784 - 0.947), the Youden index, sensitivity, and specificity were 0.642, 0.853, and 0.789 respectively. Hosmer-Lemeshow test showed $P=0.323$. The area under the ROC curve of the validation group was 0.837 (95% CI: 0.744 - 0.930). The Youden index, sensitivity, and the specificity were 0.549, 0.700, and 0.849 respectively, which suggested that the model has good discrimination and degree of fitting. **Conclusion** The model constructed in this study can well predict the risk of UVC BSI in NICU neonates, thus can be used as an evaluation tool for clinical medical staff to predict the risk of UVC BSI in neonates.

[Key words] bloodstream infection; umbilical vein catheterization; prediction model; nomogram; neonatal intensive care unit

脐静脉置管是指新生儿脐静脉尚未关闭,将一次性硅胶导管插入脐静脉,经静脉导管置入下腔静脉的一种中心静脉置管术^[1]。脐静脉置管操作简单且成功率高,可在新生儿出生后迅速建立静脉通路,降低由高渗溶液引起的皮下坏死风险,还能避免因反复穿刺给新生儿带来的疼痛及损伤,是新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)救治危重新生儿的重要技术^[2]。但脐静脉置管作为一种侵入性操作,可能伴发多种并发症,其中中心静脉导管相关血流感染(central line-associated bloodstream infection, CLABSI)是最常见且严重的感染性并发症,严重影响新生儿的治疗成效及生存质量^[3]。因此构建一个有效、直观的风险预测模型,对 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染进行风险筛查及早期干预,是降低感染发病率的关键。目前国内尚无适用于 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染的风险预测模型。基于此本研究构建并验证 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染风险预测模型,旨在为医务人员早期监测及精准预防提供便捷的工具。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性选取 2020 年 7 月—2022 年 7 月潍坊市某三甲医院 NICU 内行脐静脉置管的新生儿为研究对象。2020 年 7 月—2021 年 12 月纳入的病例作为建模组,根据是否感染分为感染组和非感染组,2022 年 1—7 月收集的病例作为验证组。纳入标准:(1)胎龄 <37 W;(2)新生儿脐带未干结,脐静脉血管未闭锁,符合脐静脉置管术适应证;(3)

首次使用脐静脉置管,置管时间超过 24 h;(4)新生儿各项临床资料完整。排除标准:(1)新生儿存在器官或系统发育畸形;(2)入院时即存在感染征象;(3)凝血功能异常。本研究经医院伦理委员会审核批准通过(潍坊妇幼科研批第 158 号)。

1.2 研究方法

1.2.1 诊断标准 脐静脉置管血流感染诊断标准依照《新生儿脐静脉置管相关并发症防控指南》^[4]:留置或拔除脐静脉置管 48 h 内的新生儿出现明显感染症状,即发热、寒战或低血压等,且除脐静脉置管外无其他明确感染源;同时采集导管血和外周血进行培养,若两者培养分离到同一种病原体,且导管血培养阳性的时间早于外周血 >2 h,则诊断为脐静脉置管血流感染。病原学监测细菌分离培养严格按照《全国临床检验操作规程》,通过细菌鉴定药敏系统(法国梅里埃公司),采用 VITEK 2 Compact 微生物全自动分析仪和配套试剂药敏鉴定卡片进行细菌种类鉴定。

1.2.2 资料收集方法 基于文献回顾及专家讨论,纳入 18 个可能影响脐静脉置管血流感染的因素。具体包括以下内容,(1)新生儿基本信息:胎龄、出生体重、新生儿窒息史、机械通气史、输血治疗史、经外周静脉穿刺中心静脉置管(PICC)治疗史、肺表面活性物质的使用、喂养方式;(2)置管相关信息:置管人员、置管前泡管方式、置管日龄、置管总时间、穿刺次数;(3)出生后第一次血常规参数:白细胞、清蛋白、血红蛋白、血小板计数、总胆红素。所有数据由统一培训的研究人员通过医院电子病历系统、护理文书系统、病案室档案等获取。收集过程中严格遵循保

密原则,调查完成后由专人保管,并对其所有数据进行核实。

1.2.3 统计学方法 应用 SPSS 23.0 软件对数据进行统计学分析,服从正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料用例或率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用单因素分析及多因素 logistic 回归分析筛选危险因素。应用 $R(R3.5.3)$ 构建列线图风险预测模型,受试者工作特征曲线(ROC)检验列线图的区分度,Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验与 Calibration 校准曲线评估模型拟合和校准度。 $P\leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 最终纳入 2020 年 7 月—2021 年 12 月符合标准的 447 例新生儿作为建模组,根据是否感染分为感染组 34 例,非感染组 413 例,感染发病率为 7.6%。将 2022 年 1—7 月收集的 225 例新生儿作为验证组。研究人群筛选流程见图 1。建模组新生儿血微生物培养中共检出 49 株病原菌,其中革兰阳性(G^+)菌 20 株(40.8%),主要为表皮葡萄球菌 8 株(16.3%),溶血性葡萄球菌 5 株(10.2%),金黄色葡萄球菌 3 株(6.1%),屎肠球菌、其他 G^+ 菌各 2 株(分别占 4.1%);革兰阴性(G^-)菌 26 株(53.1%),主要为肺炎克雷伯菌 12 株(24.5%),大肠埃希菌 6 株(12.2%),阴沟肠杆菌 4 株(8.2%),鲍曼不动杆菌、其他 G^- 菌各 2 株(分别占 4.1%);真菌 3 株(6.1%),白念珠菌、光滑念珠菌、其他真菌各 1 株(分别占 2.0%)。

2.2 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染单因素分析 建模组 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染单因素分析结果显示,新生儿窒息史、肺表面活性物质的使用、喂养方式、置管人员、置管前泡管方式、置管日龄、血红蛋白、血小板计数、总胆红素与 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染的发生无关,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$);不同出生体重、置管总时间、机械通气史、PICC 治疗史、输血治疗史、清蛋白水平、穿刺次数、白细胞计数的 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染发病率比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 1。

2.3 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染多因素 logistic 回归分析 将出生体重 $<1\ 500\ g$ (0 = 否;1 = 是)、置管总时间 $>7\ d$ (0 = 否;1 = 是)、机械通气史

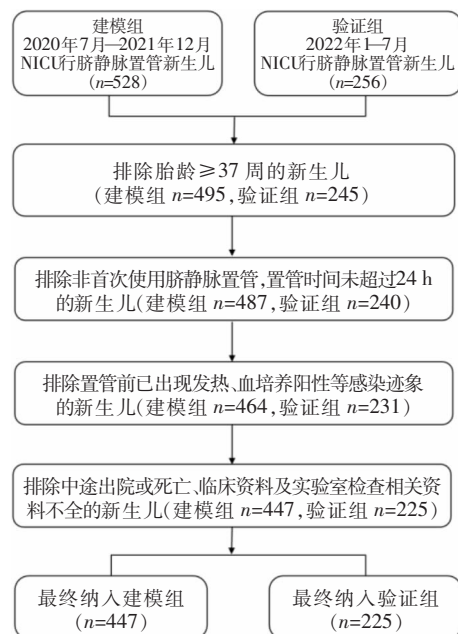


图 1 研究对象筛选流程图

Figure 1 Flow chart of the screening for research subjects

(0 = 否;1 = 是)、PICC 治疗史(0 = 否;1 = 是)、输血治疗史(0 = 否;1 = 是)、清蛋白 $<35\ g/L$ (0 = 否;1 = 是)、穿刺次数 >2 次(0 = 否;1 = 是)、白细胞计数(原值)、胎龄(原值)作为自变量,是否发生脐静脉置管血流感染作为因变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示,置管总时间 $>7\ d$ 、出生体重 $<1\ 500\ g$ 、清蛋白 $<35\ g/L$ 、穿刺次数 >2 次、机械通气史、PICC 治疗史是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立危险因素(均 $P<0.05$),见表 2。

2.4 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染风险的列线图构建及检验效能评价 根据 logistic 回归分析结果,本研究拟合的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -7.045 + 0.989 \times \text{置管总时间} > 7\ d + 1.607 \times \text{出生体重} < 1\ 500\ g + 1.854 \times \text{清蛋白} < 35\ g/L + 1.749 \times \text{穿刺次数} > 2\ \text{次} + 0.950 \times \text{机械通气史} + 1.382 \times \text{PICC 治疗史}$,并将其绘制成列线图,见图 2; Hosmer-Lemeshow 结果显示, $\chi^2 = 9.235, P = 0.323$; Calibration 图显示校准曲线与理想曲线基本重合,见图 3;建模组受试者工作特征(ROC)曲线面积为 0.866(95%CI: 0.784~0.947),约登指数为 0.642,最优截断点为 0.066,在最优截断点灵敏度为 0.853,特异度为 0.789,见图 4;验证组 ROC 曲线面积为 0.837(95%CI: 0.744~0.930),约登指数为 0.549,灵敏度为 0.700,特异度为 0.849,见图 5。

表 1 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染的单因素分析

Table 1 Univariate analysis on umbilical vein catheterization bloodstream infection in NICU neonates

项目	感染组 (n = 34)	非感染组 (n = 413)	χ^2/t	P	项目	感染组 (n = 34)	非感染组 (n = 413)	χ^2/t	P
胎龄($\bar{x} \pm s, W$)	29.57 ± 3.07	30.23 ± 2.68	1.361	0.174	置管人员[例(%)]			0.513	0.474
出生体重[例(%)]			5.864	0.015	医生	11(32.4)	166(40.2)		
<1 500 g	17(50.0)	118(28.6)			护士	23(67.6)	247(59.8)		
≥1 500 g	17(50.0)	295(71.4)			置管前泡管[例(%)]			0.593	0.441
新生儿窒息史[例(%)]			0.048	0.827	肝素	27(79.4)	296(71.7)		
是	4(11.8)	54(13.1)			生理盐水	7(20.6)	117(28.3)		
否	30(88.2)	359(86.9)			置管日龄($\bar{x} \pm s, d$)	0.55 ± 0.62	0.70 ± 0.72	1.101	0.272
机械通气史[例(%)]			10.031	0.001	置管总时间[例(%)]			7.240	0.007
是	17(50.0)	96(23.2)			>7 d	24(70.6)	186(45.0)		
否	17(50.0)	317(76.8)			≤7 d	10(29.4)	227(55.0)		
输血治疗史[例(%)]			4.186	0.041	穿刺次数[例(%)]			20.815	<0.001
是	18(52.9)	140(33.9)			>2 次	17(50.0)	68(16.5)		
否	16(47.1)	273(66.1)			≤2 次	17(50.0)	345(83.5)		
PICC 治疗史[例(%)]			11.607	<0.001	清蛋白[例(%)]			36.678	<0.001
是	22(64.7)	140(33.9)			<35 g/L	23(67.6)	83(20.1)		
否	12(35.3)	273(66.1)			≥35 g/L	11(32.4)	330(79.9)		
肺表面活性物质的使用[例(%)]			0.674	0.412	血红蛋白(g/L)	158.29 ± 12.47	157.57 ± 10.31	-0.385	0.701
是	15(44.1)	219(53.0)			白细胞计数($\times 10^9/L$)	10.11 ± 1.72	9.47 ± 1.56	-2.284	0.023
否	19(55.9)	194(47.0)			血小板计数($\times 10^9/L$)	409.7 ± 101.3	374.3 ± 112.5	1.465	0.089
喂养方式[例(%)]			0.041	0.869	总胆红素($\bar{x} \pm s, \mu mol/L$)	16.5 ± 2.5	13.7 ± 2.6	0.823	1.265
奶粉喂养	13(38.2)	169(40.9)							
混合喂养	21(61.8)	244(59.1)							

表 2 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染的多因素 logistic 回归分析

Table 2 Multivariate logistic regression analysis on umbilical vein catheterization bloodstream infection in NICU neonates

项目	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常量	-7.045	1.357	26.982	<0.001	0.008	-
出生体重<1 500 g	1.607	0.511	9.864	0.002	4.989	1.830~13.600
置管总时间>7 d	0.989	0.455	4.720	0.030	2.688	1.101~6.560
清蛋白<35 g/L	1.854	0.445	17.405	<0.001	6.388	2.673~15.267
穿刺次数>2 次	1.749	0.452	14.992	<0.001	5.749	2.372~13.933
输血治疗史	0.139	0.466	0.089	0.765	1.149	0.460~2.868
机械通气史	0.950	0.475	3.996	0.046	2.585	1.018~6.562
PICC 治疗史	1.382	0.526	6.915	0.008	3.985	1.422~11.168
白细胞计数	0.100	0.133	0.561	0.454	1.105	0.851~1.433

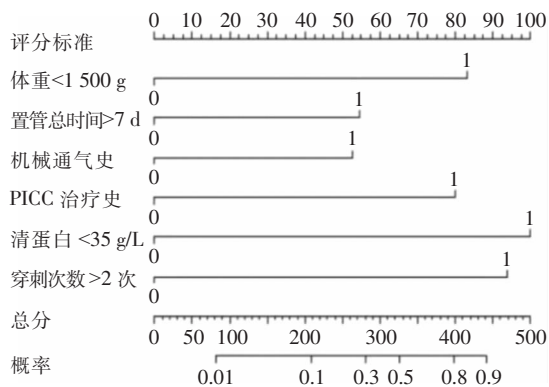


图 2 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染列线图

Figure 2 Nomogram of umbilical vein catheterization blood-stream infection in NICU neonates

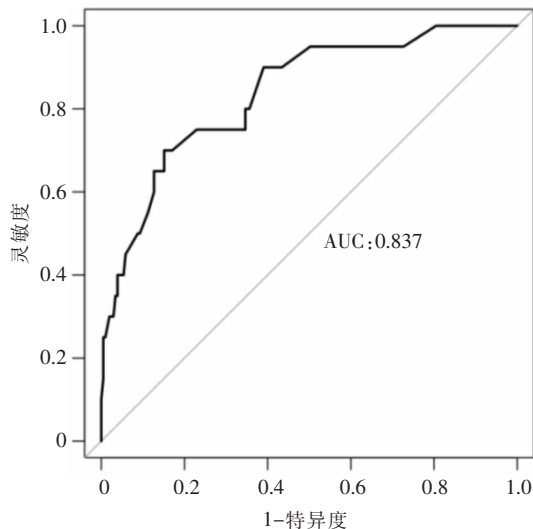


图 5 验证组 ROC 曲线

Figure 5 ROC curve of validation group

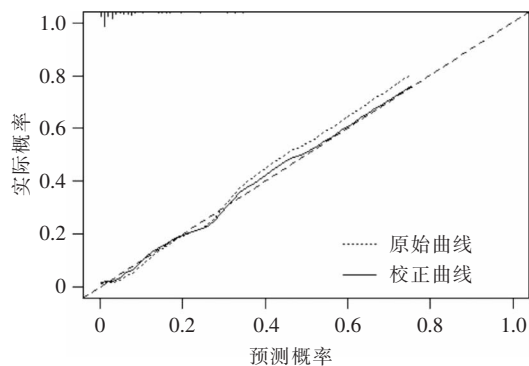


图 3 列线图预测模型的校准曲线图

Figure 3 Calibration curve of nomogram prediction model

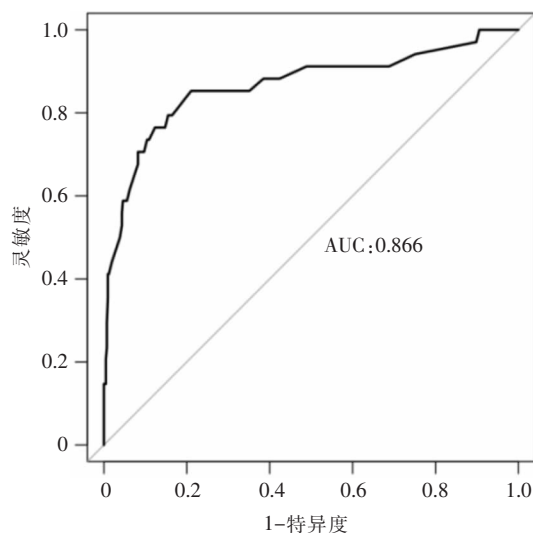


图 4 建模组 ROC 曲线图

Figure 4 ROC curve of modeling group

3 讨论

本次研究选取的 447 例行脐静脉置管的新生儿中,发生血流感染 34 例,感染发病率为 7.6%,低于相关研究^[5]报道的 10%左右,可能与本研究中脐静脉置管总体留置时间相对偏短有关。病原菌检查结果显示,NICU 新生儿脐静脉置管血流感染病原菌主要以 G⁻ 菌为主,最常见的是肺炎克雷伯菌,与 Ardura 等^[6]研究结果一致,但也有研究^[7]称 G⁺ 菌为新生儿 CLABSI 最常见的病原体。而真菌感染呈散发状态,NICU 常规预防性使用氟康唑明显降低了新生儿的真菌感染率^[8]。不少医护人员通过在脐根部局部应用抗菌药物软膏降低细菌定植率,但适用于新生儿的抗菌药物软膏抗菌谱均较窄,还可能造成真菌感染及抗菌药物耐药,国内指南尚不推荐在脐根部常规使用抗菌药物软膏^[9]。目前有研究证明,新生儿使用抗生素锁^[10](即抗生素封管)可有效减少细菌在管腔中定植,由于缺少大样本多中心研究,其利弊尚存在争议^[11],后续仍需进一步通过前瞻性随机对照试验提供循证依据。

本研究显示,留置总时间 > 7 d 是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立危险因素,与 Yumani 等^[12]的结果一致,其研究表明脐静脉置管留置总时间 > 7 d 的新生儿发生 CLABSI 的风险是

留置 ≤ 7 d 新生儿的 5.48 倍。Sanderson 等^[13]也发现 1 周内选择性拔除脐静脉置管能明显降低 CLABSI。脐静脉置管术为危重新生儿建立了有效血管通道,但随着脐静脉置管留置时间的延长,细菌容易黏附在导管上并迅速繁殖,在血流冲击下静脉内膜易发生静脉炎及感染等并发症。尽管脐静脉置管留置时程与 CLABSI 之间的正向相关性已被证实,脐静脉置管最佳留置时程尚无确定的依据和指南^[2],今后应进行大样本随机对照研究加以完善。本研究提示医务人员应每日对导管通路进行风险效益评估,尽量缩短脐静脉置管时间以保证留置管道的安全,一旦完成主要治疗或有感染依据尽早拔管。

本研究显示,极低出生体重儿是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立预测因子,中国新生儿重症监护室协作性质量改进研究协作组^[14]也证实,CLABSI 发病率会随出生体重的下降呈上升趋势。分析原因,极低出生体重儿身体机能极不完善,脐带与正常新生儿相比扭曲偏细,静脉壁相对更薄,加大了置管难度及感染风险。此外,极低出生体重儿危急情况相对更多,短期内可能会被静脉注射或滴注各种抢救药物、血液制品及静脉营养液^[15],脐静脉导管操作次数的增加提高了导管污染的概率。因此,医务人员应对极低出生体重儿重点监护及管理,置管期间每班评估导管通畅度,观察新生儿脐部有无渗血渗液、脐轮有无红肿及腹部有无异常^[16]。

清蛋白能在一定程度上反映机体营养状况、病情危重程度。本研究结果显示,清蛋白水平 < 35 g/L 是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立预测因子。分析原因,清蛋白水平高低与患儿免疫水平密切相关,机体清蛋白过低可通过促进肉芽肿形成和减少胶原蛋白合成抑制先天免疫反应^[17],进而诱发患儿感染;此外,清蛋白水平下降还会影响抗菌药物药效^[18],导致新生儿临床抗感染能力降低,加大感染风险。因此监测新生儿清蛋白水平对预测感染的发生具有重要的临床意义。但目前清蛋白水平与 CLABSI 的关系研究较少,尚未受到研究人员重视,建议医务人员定期检测新生儿清蛋白水平,提高低清蛋白水平新生儿的营养支持,实施对症治疗,以提高新生儿免疫力。

穿刺次数 > 2 次是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立预测因子。目前穿刺人员均接受过置管专业培训,但多次或反复穿刺的情况仍难以避免。反复穿刺不仅容易导致皮肤表面的细菌进入深静脉导管从而释放入血,还增加了无菌物品暴露

空气时间过长、手卫生不严格等医疗性感染风险,严重影响新生儿局部组织的抵抗、修复能力^[19]。此外,穿刺次数过多会损伤血管内壁,增加新生儿的疼痛体验。因此,管理层应加强对置管人员的培训^[20],定期考察操作技能,提高一针穿刺成功率;同时置管人员应严格执行手卫生消毒及无菌操作,规范中心静脉导管的维护,降低 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染发病率。

本研究显示机械通气史、PICC 治疗史是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立预测因子,与相关研究^[21-22]结果一致。分析原因,机械通气主要用于呼吸衰竭的新生儿^[23],人工气道建立后气管直接对外,新生儿失去了正常的上呼吸道过滤作用,导致其非特异性免疫保护能力下降。此外,细菌从导管连接处进入管腔是发生 CLABSI 的主要方式之一^[24],同时进行 PICC 置管增加了新生儿交叉感染的可能,因此加强关键环节的消毒是标准预防的主要措施^[25]。本研究提示医务人员在临床工作中应严格把握侵入性管道的置管指征,降低环路中的交叉感染概率。目前也有研究显示,脐静脉置管联合 PICC 方案更能满足 NICU 新生儿静脉输液治疗需求^[26],契合早产儿出生后早期肠外营养的治疗需要^[27],但由于缺乏原始数据本研究没有具体分析,其临床效益需进一步研究论证。

本研究构建的预测模型除了包含新生儿基本情况、治疗情况及置管信息,还纳入了新生儿实验室检查指标,便于医护人员进行早期预防。此次使用列线图呈现危险因素对感染风险的贡献度,不仅可将各项指标可视、可读化,还有利于医务人员进行基于证据的个体化风险预测。一般认为,当 ROC 曲线下面积为 0.700~0.900 时,提示模型预测效果较好。本研究建模组 ROC 曲线分析结果显示,该模型的曲线下面积达 0.866,预测模型的灵敏度和特异度分别为 85.3%、78.9%,说明其诊断效能较佳;验证组曲线下面积为 0.837,说明本模型在验证组中的区分度良好;校准曲线为斜率接近于 1 的直线, Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 $\chi^2 = 9.235$, $P = 0.323$,表明该模型预测 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染风险的准确性良好。

综上所述,置管总时间 > 7 d、出生体重 $< 1 500$ g、穿刺次数 > 2 次、清蛋白 < 35 g/L、机械通气史、PICC 治疗史是 NICU 新生儿发生脐静脉置管血流感染的独立危险因素,本研究构建的 NICU 新生儿脐静脉置管血流感染风险列线图模型经验证具有较

好的区分度和校准度,有助于医护人员早期识别高危新生儿并及时采取干预措施,减轻导管相关并发症对新生儿造成的伤害。但本研究为回顾性、单中心研究,存在一定的局限性,需进一步通过多中心、前瞻性试验对模型进行优化及推广。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] 陈均龙, 卢庆晖, 阳红华. 脐静脉置管在极低或低出生体重儿的应用[J]. 中国小儿急救医学, 2013, 20(3): 283-286.
Chen JL, Lu QH, Yang HH. Umbilical vein catheterization in very-low-birth-weight or low-birth-weight children [J]. Chinese Pediatric Emergency Medicine, 2013, 20(3): 283-286.
- [2] 王晴晴, 杨雨怡, 朴梅花, 等. 脐静脉置管在新生儿中的应用[J]. 中国小儿急救医学, 2021, 28(2): 141-144.
Wang QQ, Yang YY, Piao MH, et al. Application of umbilical vein catheterization in neonates [J]. Chinese Pediatric Emergency Medicine, 2021, 28(2): 141-144.
- [3] 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.
- [4] 郑旭, 杨子馨, 刘雅莉, 等. 《新生儿脐静脉置管相关并发症防控指南》解读[J]. 中华新生儿科杂志, 2022, 37(1): 7-11.
Zheng X, Yang ZX, Liu YL, et al. Interpretations of the Guidelines for the prevention and control of complications related to umbilical venous catheterization in neonates [J]. Chinese Journal of Neonatology, 2022, 37(1): 7-11.
- [5] 孙海英, 崔彦存, 闫平, 等. 脐静脉置管感染新生儿血清降钙素原及急性时相反应蛋白的表达变化研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(6): 937-940.
Sun HY, Cui YC, Yan P, et al. Changes of serum procalcitonin and acute phase response protein in neonates with umbilical vein catheter-related infections [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2019, 29(6): 937-940.
- [6] Ardura MI, Bibart MJ, Mayer LC, et al. Impact of a best practice prevention bundle on central line-associated bloodstream infection (CLABSI) rates and outcomes in pediatric hematology, oncology, and hematopoietic cell transplantation patients in inpatient and ambulatory settings [J]. J Pediatr Hematol Oncol, 2021, 43(1): e64-e72.
- [7] Hei MY, Zhang XC, Gao XY, et al. Catheter-related infection and pathogens of umbilical venous catheterization in a neonatal intensive care unit in China [J]. Am J Perinatol, 2012, 29(2): 107-114.
- [8] 姜敏, 盖建芳, 张丽芬, 等. 降低新生儿经外周穿刺中心静脉置管术导管相关血流感染的分析与防范[J]. 中国药物与临

床, 2020, 20(6): 1050-1052.

Jiang M, Ge JF, Zhang LF, et al. Analysis and prevention of reducing catheter-related bloodstream infection in neonates during central venous catheterization through peripheral puncture [J]. Chinese Remedies & Clinics, 2020, 20(6): 1050-1052.

- [9] 中华医学会儿科学分会新生儿学组, 中国妇幼保健协会医院感染控制专业委员会, 国家儿童医学中心, 等. 新生儿脐静脉置管相关并发症防控指南[J]. 中华新生儿科杂志, 2021, 36(2): 1-9.
Neonatology Group, Pediatrics Branch of Chinese Medical Association, Hospital Infection Control Committee of China Maternal and Child Health Association, National Children's Medical Center, et al. Guidelines for the prevention and control of complications related to umbilical venous catheterization in neonates [J]. Chinese Journal of Neonatology, 2021, 36(2): 1-9.
- [10] Garland JS, Alex CP, Henrickson KJ, et al. A vancomycin-heparin lock solution for prevention of nosocomial bloodstream infection in critically ill neonates with peripherally inserted central venous catheters: a prospective, randomized trial [J]. Pediatrics, 2005, 116(2): e198-e205.
- [11] Zachariah P, Furuya EY, Edwards J, et al. Compliance with prevention practices and their association with central line-associated bloodstream infections in neonatal intensive care units [J]. Am J Infect Control, 2014, 42(8): 847-851.
- [12] Yumani DF, van den Dungen FA, van Weissenbruch MM. Incidence and risk factors for catheter-associated bloodstream infections in neonatal intensive care [J]. Acta Paediatr, 2013, 102(7): e293-e298.
- [13] Sanderson E, Yeo KT, Wang AY, et al. Dwell time and risk of central-line-associated bloodstream infection in neonates [J]. J Hosp Infect, 2017, 97(3): 267-274.
- [14] 中国新生儿重症监护室协作性质量改进研究协作组. 2015至2018年中国25家医院新生儿重症监护室早产儿中心导管相关性血流感染发生率的横断面调查[J]. 中国循证儿科杂志, 2019, 14(4): 241-246.
Cooperative Quality Improvement Research Group of China Newborn Intensive Care Unit. A cross-sectional survey of the incidence of central line-associated bloodstream infections in preterm infants in NICUs of 25 hospitals in China from 2015 to 2018 [J]. Chinese Journal of Evidence-Based Pediatrics, 2019, 14(4): 241-246.
- [15] 程莉萍, 董建英, 李磊. 超早产儿脐静脉置管并发症原因分析及护理对策[J]. 中华现代护理杂志, 2019, 25(8): 1022-1025.
Cheng LP, Dong JY, Li L. Causes and nursing strategies of umbilical vein catheterization complications in extremely preterm infants [J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2019, 25(8): 1022-1025.
- [16] Taylor JE, McDonald SJ, Tan K. Prevention of central venous catheter-related infection in the neonatal unit: a literature review [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2015, 28(10): 1224

- 1230.

- [17] Wiedermann CJ. Hypoalbuminemia as surrogate and culprit of infections[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(9): 4496.
- [18] 何兰兰, 常玲, 程丹丹, 等. 重型颅脑外伤患者呼吸机相关性肺炎感染特点及其死亡风险评估系统的构建及验证[J]. *中国消毒学杂志*, 2022, 39(5): 347 - 351.
- He LL, Chang L, Cheng DD, et al. Infection characteristics of ventilator associated pneumonia in patients with severe crano-cerebral trauma and construction and validation of a mortality risk scoring system[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2022, 39(5): 347 - 351.
- [19] 才智, 芦桂芝, 丑新宇, 等. 血液透析患者导管相关性血流感染危险因素的 Meta 分析[J]. *中国实用护理杂志*, 2021, 37(23): 1830 - 1836.
- Cai Z, Lu GZ, Chou XY, et al. Risk factors of catheter-related bloodstream infection in hemodialysis patients: a Meta-analysis[J]. *Chinese Journal of Practical Nursing*, 2021, 37(23): 1830 - 1836.
- [20] 申玉洁, 李禄全, 张先红, 等. 多学科联合质量改进项目在早产儿中心静脉导管相关性血流感染中的促进作用[J]. *解放军护理杂志*, 2022, 39(4): 85 - 88.
- Shen YJ, Li LQ, Zhang XH, et al. Effect of multidisciplinary quality improvement program on central line-associated bloodstream infection in preterm infants[J]. *Nursing Journal of Chinese People's Liberation Army*, 2022, 39(4): 85 - 88.
- [21] 孟庆娟, 杨凡. 新生儿不同置管方式并发感染风险因素的分析及置管时间对感染的影响[J]. *中国实用护理杂志*, 2018, 34(8): 565 - 568.
- Meng QJ, Yang F. Analysis of risk factors of infection in newborns with different catheterization and the effect of intubation time on infection[J]. *Chinese Journal of Practical Nursing*, 2018, 34(8): 565 - 568.
- [22] 潘迎洁, 陈晓春, 王建平, 等. 新生儿中心静脉置管导管相关感染的临床研究[J]. *中国消毒学杂志*, 2017, 34(6): 594 - 596.
- Pan YJ, Chen XC, Wang JP, et al. Clinical study of catheter-associated infection in neonates with central venous catheterization[J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2017, 34(6): 594 - 596.
- [23] 华敏敏, 夏磊, 肖晴, 等. 极低出生体质量儿 PICC 相关血流感染的危险因素[J]. *中国感染控制杂志*, 2022, 21(4): 384

- 388.

- Hua MM, Xia L, Xiao Q, et al. Risk factors for peripherally inserted central venous catheter-related bloodstream infection in very low birth weight infants[J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2022, 21(4): 384 - 388.
- [24] Mobley RE, Bizzarro MJ. Central line-associated bloodstream infections in the NICU: successes and controversies in the quest for zero[J]. *Semin Perinatol*, 2017, 41(3): 166 - 174.
- [25] 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, 封 3.
- Li L, Wen XX. A review of PICC placement in preterm infants[J]. *Journal of Nursing Science*, 2021, 36(21): 110 - 112.
- [26] 朱爱武, 陈建平, 高小章, 等. 脐静脉置管联合经外周中心静脉置管在早产儿治疗中的应用[J]. *护士进修杂志*, 2018, 33(5): 471 - 473.
- Zhu AW, Chen JP, Gao XZ, et al. Application of umbilical vein catheterization combined with peripheral central vein catheterization in the treatment of premature infants[J]. *Journal of Nurses Training*, 2018, 33(5): 471 - 473.
- [27] 朱稚玉, 汤晓丽, 沙沙, 等. 脐静脉置管联合 PICC 置管方案在早产儿肠外营养支持中的效果研究[J]. *护士进修杂志*, 2022, 37(4): 289 - 293.
- Zhu ZY, Tang XL, Sha S, et al. Application effect of umbilical vein catheter combined with PICC catheter in parenteral nutrition support for preterm infants[J]. *Journal of Nurses Training*, 2022, 37(4): 289 - 293.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:苗逸群, 刘文文, 赵淑良, 等. NICU 新生儿脐静脉置管血流感染风险预测模型的构建与验证[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(2): 159 - 166. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233383.

Cite this article as: MIAO Yi-qun, LIU Wen-wen, ZHAO Shu-liang, et al. Construction and validation of risk prediction model for umbilical vein catheterization bloodstream infection in neonates in neonatal intensive care unit[J]. *Chin J Infect Control*, 2023, 22(2): 159 - 166. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233383.