

基于决策树法构建深静脉置管并发导管相关性感染的风险预测模型及防控策略分析

龚利平, 李建, 陈忠英, 李金贵, 郭彦

(深圳市宝安区中心医院 重症医学科, 广东 深圳 518102)

【摘要】 目的 以决策树法构建深静脉置管(deep venous catheterization, DVC)并发导管相关性感染的风险预测模型,为医护人员制订相关防控策略提供依据。方法 2019年1月至2021年12月,采用便利抽样法选取深圳市某三级综合性医院就诊的DVC患者2202例为研究对象,根据有无发生导管相关性感染将其分成感染组与非感染组,以二元Logistic回归分析法与决策树法分别创建DVC并发导管相关性感染的预测模型,并评估上述两种模型的风险预测效果。结果 年龄 ≥ 65 岁、糖尿病、长期置管、重复置管、白蛋白 < 30 g/L等均是DVC患者发生导管相关性感染的独立危险因素($P < 0.05$);决策树模型中,重复置管是DVC患者并发导管相关性感染最重要的预测因子;DVC患者并发导管相关性感染决策树模型的受试者特征曲线下面积(area under curve, AUC)值为0.808(95%CI:0.758~0.858)。结论 构建的DVC患者并发导管相关性感染的决策树模型的应用价值较高,可作为医护人员筛选潜在的导管相关性感染患者的依据。

【关键词】 决策树;深静脉置管;导管相关性感染;风险预测模型

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2024.06.013

【中图分类号】 R473.54 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2024)06-0052-03

Risk Prediction Model of Deep Venous Catheterization Complicating Catheter-associated Infection and Analysis of Prevention and Control Strategies Based on Decision Tree Method

GONG Liping, LI Jian, CHEN Zhongying, LI Jingui, GUO Yan (Department of Critical Care Medicine, Bao'an Central Hospital, Shenzhen 518102, Guangdong Province, China)

【Abstract】 **Objective** To construct a risk prediction model of deep venous catheterization (DVC) complicating catheter-associated infection based on decision tree model, and to provide reference for medical staff to formulate relevant prevention and control strategies. **Methods** A total of 2202 patients with DVC who were treated in tertiary hospital from January 2019 to December 2021 were selected by the convenience sampling method, and were divided into infected group and non-infected group according to whether they had catheter-associated infection. Binary Logistic regression analysis and decision tree method were used to establish prediction models for catheter-associated infection after DVC, and the risk prediction effects of the two models were evaluated. **Results** Age ≥ 65 years old, diabetes, long-term catheterization, repeated catheterization and albumin < 30 g/L were independent risk factors for catheter-related infection in patients with DVC ($P < 0.05$). In the decision tree model, repeated catheterization was the most important predictor of catheter-associated infection in patients with DVC. The AUC value of the decision tree model for patients with catheter-associated infection with DVC was 0.808 (95%CI:0.758-0.858). **Conclusion** The decision tree model of catheter-associated infection in patients with DVC is of high application value and can be used as a basis for medical staff to screen potential patients with catheter-associated infection.

【Key words】 decision tree; deep venous cannulation; catheter-associated infection; risk prediction model

[Mil Nurs, 2024, 41(06): 52-54]

深静脉置管(deep venous catheterization, DVC)是指通过体表把导管置入深部大静脉内,从而获知有关数据,并为药物治疗提供通路^[1]。然而,导管是异物,将其植入血管中并与外界相通,加之长期留置,必然会提高患者发生感染的风险^[2];而导管相关性感染是DVC患者最严重的并发症之一。因此,及早识别DVC患者并发导管相关性感染的风险具

有重要临床意义。目前,常用的病情评价系统多为基于患者的生命体征数据,采用传统的Logistic回归方法进行分析,缺乏一定的针对性。近年来,数据挖掘技术在医疗领域的应用优势日益凸显。据文献^[3]报道,决策树等技术相较于Logistic回归分析法预测病情发展更加准确。因此,本研究拟采用决策树法构建DVC并发导管相关性感染的风险预测模型,旨在为临床医护人员筛选潜在的导管相关性感染患者,及早采用有针对性的干预措施提供参考。

【收稿日期】 2023-02-11 **【修回日期】** 2024-04-23

【作者简介】 龚利平,本科,副主任护师,电话:0755-27693207

1 对象与方法

1.1 研究对象 2019年1月至2021年12月,采用便利抽样法选取某三级甲等综合性医院就诊的DVC患者2202例为研究对象。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)符合血管导管相关感染预防与控制指南(2021版)^[4]中导管相关性感染诊断标准者;(3)患者知悉本研究内容且自愿加入本研究。排除标准:(1)转院治疗或中途退出者;(2)临床资料不全者;(3)存在智力、精神方面障碍或昏迷不配合研究者。

1.2 资料收集 根据DVC患者有无发生导管相关性感染将其分成感染组与非感染组。根据相关文献^[5]及临床专家建议收集两组患者的临床资料,如性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、糖尿病、高血压、高脂血症、置管位置、贫血情况、置管类型、重复置管、白蛋白、血红蛋白等。

1.3 统计学处理 采用SPSS 22.0统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法检验,采用Logistic回归筛选DVC患者发生导管相关性感染的危险因素,以SPSS Modeler软件创建DVC患者发生导管相关性感染的决策树模型,并以R(4.2.1)软件绘制决策树模型与Logistic回归的受试者特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)。

2 结果

2.1 DVC患者的一般资料 2202例DVC患者中,男1136例、女1066例;年龄35~82岁,平均(64.42 \pm 15.27)岁。依据是否发生导管相关性感染将其分成感染组($n=45$,占2.04%)和非感染组($n=2157$,占97.96%)。不同年龄、置管位置、置管类型、白蛋白水平及是否合并糖尿病、重复置管的DVC患者导管相关性感染发生差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),本研究仅列出差异有统计学意义的项目,见表1。

2.2 DVC患者并发导管相关性感染的危险因素 以DVC患者是否发生导管相关性感染为因变量,将年龄、糖尿病、置管类型、重复置管、白蛋白、置管位置作为自变量,进行DVC患者并发导管相关性感染的Logistic回归分析。结果显示,年龄、糖尿病、长期置管、重复置管、白蛋白等均是DVC患者发生导管相关性感染的独立危险因素($P < 0.05$),见表2。

2.3 DVC患者并发导管相关性感染的决策树模型的建立 决策树模型共4层,13个节点,决策树模型选择了重复置管、年龄、置管类型、白蛋白、糖尿病等5个临床特征作为模型的节点,其中重复置管是DVC患者并发导管相关性感染最重要的预测因子,

见图1。DVC患者并发导管相关性感染决策树模型的ROC下面积(area under curve, AUC)值是0.808[95%CI(0.758~0.858)],DVC患者并发导管相关性感染Logistic回归模型的AUC值0.765[95%CI(0.704~0.826)],差异无统计学意义($P > 0.05$),见图1。

表1 DVC患者的一般资料[N=2202, n(%)]

项目	感染组 (n=45)	非感染组 (n=2157)	χ^2	P
年龄(岁)			19.675	<0.001
≥ 65	34(75.56)	916(42.47)		
<65	11(24.44)	1241(57.53)		
合并糖尿病			5.178	0.023
是	28(62.22)	974(45.16)		
否	17(37.78)	1183(54.84)		
置管位置			6.152	0.013
股静脉	15(33.33)	403(18.68)		
锁骨或颈内下静脉	30(66.67)	1754(81.32)		
置管类型			17.819	<0.001
长期	14(31.11)	236(10.94)		
临时	31(68.89)	1921(89.06)		
重复置管			26.626	<0.001
是	5(11.11)	30(1.39)		
否	40(88.89)	2127(98.61)		
白蛋白(pb/g · L ⁻¹)			9.670	0.002
<30	13(28.89)	280(12.98)		
≥ 30	32(71.11)	1877(87.02)		

表2 DVC患者并发导管相关性感染的危险因素(n=2202)

自变量	b	Sb	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常数项	-3.747	0.485	59.671	<0.001	0.024	—
年龄	1.541	0.425	13.146	<0.001	4.669	2.030~10.738
糖尿病	0.876	0.388	5.108	0.024	2.401	1.123~5.131
置管类型	1.506	0.452	11.084	0.001	4.510	1.858~10.946
重复置管	2.467	0.917	7.239	0.007	11.790	1.954~71.136
白蛋白	0.971	0.441	4.846	0.028	2.640	1.112~6.264
置管位置	0.223	0.438	0.258	0.611	1.250	0.529~2.951

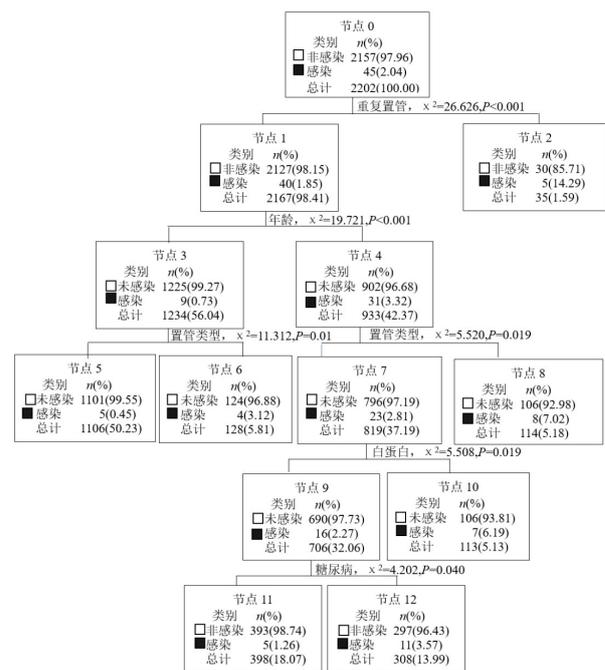


图1 DVC患者并发导管相关性感染的决策树模型

3 讨论

3.1 DVC患者并发导管相关性感染的现状 本研究显示,DVC患者导管相关性感染率为2.04%,值得关注。探讨DVC患者并发导管相关性感染的危险因素,并构建DVC患者并发导管相关性感染的预测模型,将有利于医护人员及早采取相关措施,降低导管相关性感染发生风险,具有重要的临床价值。

3.2 DVC患者并发导管相关性感染的决策树变量分析 决策树共筛选出5个变量,决策树第1层为重复置管,可见在DVC患者并发导管相关性感染的变量中重复置管为最重要因素。谢朝云等^[6]研究发现,重复置管会提高细菌进入血液的风险。分析其原因,主要是重复置管会对患者的自然防御屏障造成损伤,为病原菌感染创造有利条件。决策树第2层为年龄,表明年龄是DVC患者并发导管相关性感染的重要因素,楚子杨^[7]研究发现,外科手术的DVC患者中年龄越高越容易发现导管感染。分析其原因,年龄>65岁患者通常基础病情较为复杂,且随着年龄增长,其器官功能会逐渐降低,引起免疫能力下降,从而易提高感染的风险。决策树第3层为长期置管(置管类型),提示长期置管能显著增加患者导管相关性感染的发生风险。赵荣等^[8]研究显示,置管时长4~7d时,导管相关性感染的发生率为1.1%;当置管时长为8~14d时,导管相关性感染的发生率上升至20.85%,可能是由于随着导管在体内留置时间的延长,皮肤表面或其他部位的细菌有更多机会沿着导管迁移并定植在导管表面或导管尖端附近,一旦细菌定植,可能会形成生物膜,且难以通过常规消毒方法清除的保护层,从而增加了感染风险。决策树第4层为白蛋白,提示白蛋白能增加患者导管相关性感染的发生风险。李道新等^[9]认为,低白蛋白水平是引发血液透析患者并发导管相关性感染的危险因素,水平越低,风险越大。本研究结果与上述研究结果一致,究其原因可能是由于白蛋白<30g/L时患者会降低免疫蛋白合成,使机体免疫能力下降,从而导致导管相关性感染的发生。决策树第5层为糖尿病,提示糖尿病能增加患者导管相关性感染的发生风险。唐晓娟等^[10]研究亦发现,糖尿病是影响血液净化患者并发导管相关性感染的独立危险因素,合并糖尿病会提高患者发生导管相关性感染的风险。分析其原因,糖尿病患者穿刺部位皮肤更易发生细菌感染,病原菌通过皮下隧道进入患者体内,从而导致导管相关性感染。

3.3 DVC患者并发导管相关性感染的决策树模型的预测效能分析 本研究创建DVC患者并发导管相关性感染决策树模型与Logistic回归模型的

AUC值分别是0.765、0.808,提示决策树模型与Logistic回归模型皆能够用于DVC患者并发导管相关性感染的风险预测。Logistic回归模型反映了因变量与自变量间的交互关系,然而当自变量的相关度很高时,可能得不出有效结果。而决策树模型是在树形图形成的过程中能逐一分层,样本量逐渐下降,筛选出的变量更为有临床意义,且决策树更加可视化与定量化^[11],这是Logistic回归模型不具备的优点,总的来说二者都各有优势,临床医护人员可结合两种模型的优点,从而更好地发挥模型的预测效能。

建议医护人员在置管过程中,根据本研究创建的DVC并发导管相关性感染的风险预测模型评估DVC患者的感染风险,从而制订合理的护理措施,尤其对高龄、合并糖尿病、长期置管,并出现低蛋白血症的DVC患者,应加强护理,有效避免导管脱落及反复置管,从而降低或避免DVC并发导管相关性感染的发生。但本研究纳入样本量相对较少,可能存在纳入因素有限等不足,未来将完善该模型。

【参考文献】

- [1] 李静,张春花.影响急诊科深静脉置管成功率的因素分析[J].中国实用护理杂志,2021,37(21):1604-1608.
- [2] 祝薇,杨益群,刘明红,等.中心静脉通路装置相关性皮肤损伤预防方案在门诊经外周静脉置入中心静脉导管患者中的多中心应用研究[J].军事护理,2023,40(12):30-33,80.
- [3] 陈小慧,焦子珊,王娜娜,等.决策树C5.0与Logistic回归模型对产后腹直肌分离预测性能的比较研究[J].实用临床医药杂志,2023,27(16):115-120,126.
- [4] 国家卫生健康委办公厅医政医管局.血管导管相关感染预防与控制指南(2021版)[J].中国感染控制杂志,2021,20(4):387-388.
- [5] 张慧英.肿瘤患者PICC相关静脉血栓形成等并发症的危险因素分析[J].上海护理,2022,22(11):50-55.
- [6] 谢朝云,蒙桂鸾,覃家露,等.中心静脉导管相关性血流多重耐药菌感染危险因素分析[J].中国消毒学杂志,2018,35(12):919-921.
- [7] 楚子杨.外科手术患者深静脉置管术后导管相关感染的临床特点及危险因素分析[J].航空航天医学杂志,2021,32(1):35-37.
- [8] 赵荣,崔勤,胡雪慧,等.体外循环手术患者中心静脉留置管道感染的分析[J].临床外科杂志,2007,15(3):191-193.
- [9] 李道新,熊飞,李红兵,等.血液透析患者导管相关性血流感染的危险因素及其预测模型构建[J].中华医院感染学杂志,2023,33(3):368-371.
- [10] 唐晓娟,刘小兰,张敏.1781例血液净化患者导管相关性感染情况及影响因素分析[J].华南预防医学,2022,48(3):311-314.
- [11] DUMITRESCU E, HUÉ S, HURLIN C, et al. Machine learning for credit scoring: improving logistic regression with non-linear decision-tree effects [J]. Eur J Oper Res, 2022, 297(3): 1178-1192.

(本文编辑:郁晓路)