DOI:10.16016/j.2097-0927.202207086

脑室外引流术后患者颅内感染预测模型的构建及验证

杨 雪,陈图南,陈 志,张 超,张学应,魏 利,刘 苗,鲜继淑 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院神经外科

[**摘要**] **目的** 探讨脑室外引流术后患者颅内感染的影响因素,构建并验证风险预测模型。**方法** 采用回顾性资料分析法,选取2010-2018年在本院神经外科行脑室外引流(external ventricular drainage,EVD)手术治疗的患者757例(建模组),根据术后是否发生颅内感染分为颅内感染组($n=79$)和非颅内感染组($n=678$),对两组资料进行对比,利用单因素分析和Logistic回归分析探讨脑室外引流术后患者颅内感染的影响因素,建立风险预测模型并绘制列线图。另选择2019-2020年本院148例EVD患者作为验证组,其中术后颅内感染组8例,非颅内感染组140例;利用ROC曲线下面积和Hosmer-Lemeshow检验来评估模型预测效果。**结果** 低蛋白血症、合并腰池引流、脑室外引流时间>7 d、合并肺部感染、合并气管切开、开放性颅脑外伤、合并手术切口感染、合并菌血症/脓毒血症是脑室外引流术后患者颅内感染的影响因素。预测模型验证结果显示,建模组术后发生颅内感染风险的ROC曲线下面积为0.923($P<0.01$),验证组术后发生颅内感染风险的ROC曲线下面积为0.920($P<0.01$)。建模组和验证组Hosmer-Lemeshow检验的P值分别为0.450和0.877。**结论** 脑室外引流术后导致颅内感染的高危影响因素有8项,构建的模型可以有效预测脑室外引流术后患者颅内感染的发生。

[**关键词**] 脑室外引流术;颅内感染;影响因素;预测模型

[**中图法分类号**] R473.6;R619.3;R651.11 [**文献标志码**] A

Construction and validation of prediction model of intracranial infection after external ventricular drainage

YANG Xue, CHEN Tunan, CHEN Zhi, ZHANG Chao, ZHANG Xueying, WEI Li, LIU Miao, XIAN Jishu
Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To explore the influencing factors of intracranial infection in patients after ventricular drainage, and to build and verify the established risk prediction model. **Methods** A retrospective analysis was carried out on 757 patients who underwent external ventricular drainage (EVD) in our department from January 2010 to December 2018. According to the occurrence of postoperative intracranial infection, they were divided into intracranial infection group ($n=79$) and non-intracranial infection group ($n=678$). Their clinical data were collected and compared. Univariate analysis and multivariate logistic regression analysis were used to explore the influencing factors of intracranial infection after ventricular drainage. A risk prediction model was established and anomogram was drawn. Another 148 patients with EVD in our hospital from 2019 to 2020 were selected as the validation group, including 8 patients with intracranial infection after surgery and 140 patients without. The area under receiver operating characteristic (ROC) curve and Hosmer-Lemeshow test were employed to evaluate the prediction efficacy of the model. **Results** Hypoproteinemia, lumbar cisternae drainage, EVD time >7 d, pulmonary infection, tracheotomy, open craniocerebral trauma, surgical incision infection, and complicated with bacteremia/sepsis were influencing factors of intracranial

[**通信作者**] 鲜继淑,E-mail:13883789997@163.com

2097-0927/Copyright © 2023, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循CC BY许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

infection after EVD. The validation results for the prediction model showed that the area under ROC curve for the risk of postoperative intracranial infection was 0.923 in the modeling group and 0.920 in the verification sample ($P<0.01$). As to the Hosmer-Lemeshow test, the P value was 0.450 in the modeling patients and 0.877 in those from the verification group. **Conclusion** There are 8 high-risk factors for incidence of intracranial infection in patients after EVD. Our established model can effectively predict the occurrence of intracranial infection in these patients.

[**Key words**] external ventricular drainage; intracranial infection; influencing factors; prediction model; nursing care

Corresponding author: XIAN Jishu, E-mail: 13883789997@163.com

脑室外引流(external ventricular drainage, EVD)作为神经外科常见的手术之一,能迅速有效地缓解颅内高压、改善脑脊液循环障碍,进而减少继发性脑积水的发生[1]。目前,EVD 已广泛应用于脑外伤、蛛网膜下腔出血、脑积水等疾病的治疗,是一种挽救患者生命的重要手段。尽管 EVD 已成为缓解和治疗神经外科某些疾病快速有效的手段,但 EVD 术后并发颅内感染仍是当前面临的巨大难题和挑战。国内外研究显示 EVD 术后颅内感染发生率为 2%~24%[2-4],且有较高的致死率,不仅严重影响患者的预后,还直接造成患者住院时间延长,给患者身心以及经济都带来沉重的负担[5]。研究表明,通过围术期的精准护理,可在一定程度上减少 EVD 术后颅内感染的发生。本研究通过回顾性资料分析法,探讨 EVD 术后患者发生颅内感染的相关危险因素,并在此基础上构建临床预测模型,为实现科学预防颅内感染的发生及早期干预提供支撑。

1 资料与方法

1.1 研究资料

采用回顾性资料分析法,选取在本院神经外科行脑室外引流术治疗的患者作为研究对象,患者在院时间区间为 2010-2020 年。按照时间段将 EVD 患者分为建模组和验证组:2010-2018 年的 757 例患者为建模组,其中颅内感染组 79 例,非颅内感染组 678 例;2019-2020 年的 148 例患者为验证组,其中颅内感染组 8 例,非颅内感染组 140 例。纳入标准:病情达到进行手术的指征,并进行了脑室外引流或合并行脑室外引流手术治疗;患者年龄不小于 18 岁;临床资料完整。排除标准:在入院或术前已诊断为颅内感染;在手术过程中确认颅内感染;患者在术后 72 h 死亡。根据卫生部《医院感染诊断标准》[2],综合下列条件确诊为颅内感染:①脑脊液细菌检出,2 次以上细菌培养均为同一菌株;②颅内感染症状,无法用其他病因解释,包括发热>38 ℃、头痛、呕吐、意识改变、脑膜刺激征、外周血白细胞>10×10^9/L、脑脊液白细胞>10×10^6/L、脑脊液蛋白>0.45 g/L、脑脊液葡萄糖<2.25 mmol/L;③加强针对颅内感染的治疗后相关症状缓解。符合条件①即可明确诊断颅内感染;若细菌培养呈阴性,符合条件②和③也可明确诊断为颅内感染。本研究已通过本院伦理委员会审核(KY2021089)。

1.2 方法

1.2.1 研究工具 本研究组编制形成了 EVD 患者临床资料信息表,同时充分借助文献研究法、专家小组会议法等研究方法对患者临床资料信息表的科学性、可行性进行了研判。基于该信息表,围绕 EVD 患者围术期搜集以下信息:①患者基本情况:性别、年龄、入院首次血压;②术前是否合并存在其他系统的肿瘤或感染性疾病(中枢神经系统除外)、心脑血管疾病、高血压、糖尿病等基础疾病;③术前 GCS 评分、术前是否应用抗生素;④手术引流管置入方式(有无皮下隧道)、手术时长;⑤单/双侧引流管、持续引流时间;⑥术后血糖、ICU 治疗时间、是否合并颅内压监测、是否行气管切开;⑦术后白蛋白;⑧持续引流时间、是否尿激酶灌注、是否合并脑脊液漏、是否合并腰池引流;是否合并手术切口感染或其他系统感染;⑨是否为二次或多次颅脑手术;是否为开放性颅脑外伤。

1.2.2 资料收集方法 安排 3 名具有临床经验和科研基础的科室骨干经过统一培训后,利用医院的电子病历系统及数字化病案系统进行数据搜集,并梳理填报临床资料信息表。在数据搜集过程中,部分患者的部分数据存在缺失现象,对此采用该数据的均值进行替换处理。

1.3 统计学分析

应用 SPSS 23.0 软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以频数和百分比表示,组间比较采用卡方检验或 Fisher's 确切概率法。选取单因素分析结果 $P<0.2$ 的影响因素进行 Logistic 回归分析。通过共线性诊断和计算方差膨胀

因子,进行自变量之间的多重共线性分析。在此基础上,通过计算得出的各影响因素偏回归系数,构建脑室外引流术后患者发生颅内感染的预测分析模型并进行预测效果的验证。

2 结果

2.1 一般资料

纳入脑室外引流手术建模组病例共757例,其中79例(10.4%)术后发生颅内感染。提取脑室外引流术后颅内感染的具体相关因素,并进行赋值(表1)。

表1 脑室外引流术后颅内感染的相关因素及赋值

变量	影响因素	赋值
X1	性别	0=男性,1=女性
X2	年龄	0=≤60岁,1=>60岁
X3	收缩压	0=≤160 mmHg,1=>160 mmHg
X4	舒张压	0=≤90 mmHg,1=>90 mmHg
X5	血糖	0=≤6.1 mmol/L,1=>6.1 mmol/L
X6	GCS评分	0=>8分,1=≤8分
X7	既往病史	0=无,1=有
X8	手术时长	0=≤4 h,1=>4 h
X9	ICU治疗时间	0=≤7 d,1=>7 d
X10	置入方式	0=无皮下隧道,1=有
X11	引流管数量	0=单侧,1=双侧
X12	术前是否预防用抗生素	0=否,1=是
X13	是否用尿激酶	0=否,1=是
X14	是否有颅内压监测	0=否,1=是
X15	术后白蛋白	0=≥35 g/L,1=<35 g/L
X16	是否合并腰池引流	0=否,1=是
X17	是否合并脑脊液漏	0=否,1=是
X18	脑室外引流时长	0=≤7 d,1=>7 d
X19	是否合并肺部感染	0=否,1=是
X20	是否气管切开	0=否,1=是
X21	是否合并尿路感染	0=否,1=是
X22	是否出现菌血症/脓毒血症	0=否,1=是
X23	是否出现休克	0=否,1=是
X24	是否为二次/多次颅脑手术	0=否,1=是
X25	是否合并手术切口感染	0=否,1=是
X26	是否为开放性颅脑外伤	0=否,1=是
Y	术后颅内感染	0=对照,1=病例

2.2 单因素分析

单因素分析结果显示,$P<0.2$的影响因素共18个,包括性别、GCS评分、手术时长、ICU治疗时间、术前是否预防用抗生素、是否有颅内压监测、术后白蛋白、是否合并腰池引流、是否合并脑脊液漏、脑室外引流时长、是否合并肺部感染、是否气管切开、是否合并尿路感染、住院期间是否出现休克、是否出现菌血症/脓毒血症、是否为二次/多次颅脑手术、是否合并手术切口感染、是否为开放性颅脑外伤。见表2。

表2 脑室外引流术后患者颅内感染风险的单因素分析[例(%)]

项目	非颅内感染组(n=678)	颅内感染组(n=79)	统计量值	P值
性别			5.562	0.022
男	396(58.4)	57(72.2)		
女	282(41.6)	22(27.8)		
年龄/岁			0.007	0.935
≤60	469(69.2)	55(69.6)		
>60	209(30.8)	24(30.4)		
收缩压/mmHg			0.086	0.769
≤160	461(68.0)	55(69.6)		
>160	217(32.0)	24(30.4)		
舒张压/mmHg			0.095	0.757
≤90	441(65.0)	50(63.3)		
>90	237(35.0)	29(36.7)		
血糖/mmol·L^{-1}			0.000	0.992
≤6.1	300(44.2)	35(44.3)		
>6.1	378(55.8)	44(55.7)		
GCS评分			7.717	0.005
≤8	220(32.4)	38(48.1)		
>8	458(67.6)	41(51.9)		
既往病史			0.946	0.331
无	373(55.0)	48(60.8)		
有	305(45.0)	31(39.2)		
手术时长/h			6.143	0.013
≤4	373(55.0)	55(69.6)		
>4	305(45.0)	24(30.4)		
ICU治疗时间/d			16.399	0.000
≤7	352(51.9)	22(27.8)		
>7	326(48.1)	57(72.2)		
置入方式			0.179	0.672
无皮下隧道	627(92.5)	72(91.1)		
有皮下隧道	51(7.5)	7(8.9)		
引流管数量			0.391	0.532
单侧	511(75.4)	57(72.2)		
双侧	167(24.6)	22(27.8)		
术前是否预防用抗生素			4.000	0.045
否	420(61.9)	58(73.4)		
是	258(38.1)	21(26.6)		
是否用尿激酶			0.535	0.464
否	555(81.9)	62(78.5)		
是	123(18.1)	17(21.5)		
是否有颅内压监测			2.710	0.100
否	84(12.4)	15(19.0)		
是	594(87.6)	64(81.0)		
术后白蛋白/g·L^{-1}			24.860	0.000
<35	265(39.1)	54(68.4)		
≥35	413(60.9)	25(31.6)		
是否合并腰池引流			14.825	0.000
否	521(76.8)	34(43.0)		
是	157(23.2)	45(57.0)		
是否合并脑脊液漏			1.372	0.065
否	674(99.4)	77(97.5)		
是	4(0.6)	2(2.5)		
脑室外引流时长/d			47.183	0.000
≤7	608(89.7)	49(62.0)		
>7	70(10.3)	30(38.0)		
是否合并肺部感染			39.469	0.000
否	246(36.3)	1(1.3)		
是	432(63.7)	78(98.7)		
是否气管切开			56.823	0.000
否	496(73.2)	25(31.6)		
是	182(26.8)	54(68.4)		
是否合并尿路感染			2.931	0.087
否	672(99.1)	76(96.2)		
是	6(0.9)	3(3.8)		
是否出现休克			12.702	0.000
否	670(98.8)	73(92.4)		
是	8(1.2)	6(7.6)		
是否出现菌血症/脓毒血症			40.814	0.000
否	665(98.1)	66(83.5)		
是	13(1.9)	13(16.5)		
是否为二次/多次颅脑手术			6.074	0.000
否	572(84.4)	58(73.4)		
是	106(15.6)	21(26.6)		
是否合并手术切口感染			140.277	0.000
否	675(99.6)	59(74.7)		
是	3(0.4)	20(25.3)		
是否为开放性颅脑外伤			42.901	0.000
否	655(96.6)	62(78.5)		
是	23(3.4)	17(21.5)		

2.3 多因素分析

通过二分类非条件 Logistic 回归对单因素分析中 $P<0.2$ 的影响因素进行进一步分析。同时,利用向前逐步法及似然比检验对可能引起脑室外引流术后患者颅内感染的影响因素进行筛选。结果显示,术后白蛋白、是否合并腰池引流、脑室外引流时长、是否肺部感染、是否气管切开、是否为开放性颅脑外伤、是否合并手术切口感染、是否出现菌血症/脓毒血症是脑室外引流术后患者发生颅内感染的独立影响因素,见表 3。将以上 8 个独立影响因素进行共线性诊断,方差膨胀因子分别为:1.1、1.2、1.2、1.6、1.4、1.1、1.0、2.2,均小于 10,表示上述 8 个影响因素不存在多重共线性问题。

2.4 脑室外引流术后患者颅内感染风险预测模型的构建

根据术后白蛋白、是否合并腰池引流、脑室外引流时长、是否肺部感染、是否气管切开、是否为开放性颅脑外伤、是否合并手术切口感染、是否出现菌血症/脓毒血症等 8 个独立影响因素相对应的回归系数,构建脑室外引流术后患者颅内感染的预测模型。Z=-7.144+1.027×(术后白蛋白)+1.294×(合并腰池引流)+1.003×(脑室外引流时长)+3.075×(合并肺部感染)+0.721×(合并气管切开)+1.324×(开放性颅脑外伤)+5.830×(合并手术切口感染)+2.015×(合并菌血症/脓毒血症)。利用上述分析模型,绘制形成脑室外引流术后患者发生颅内感染的列线图,见图 1。列线图中所列各变量对应分数相加所得总分即为脑室外引流术后患者发生颅内感染的概率。

2.5 预测模型的验证

由表 4 可知,验证组灵敏度达 100%,可能与验证组纳入的病例较少有关。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示,建模组 P 值为 0.450,验证组 P 值为 0.877。见图 2。

表 3 脑室外引流术后患者颅内感染风险的多因素分析

回归变量	偏回归系数	*Wald* χ^2 值	*OR* 值	95%*CI*	*P* 值
术后低白蛋白	1.027	8.885	2.793	1.422~5.488	0.003
合并腰池引流	1.294	14.592	1.861	1.878~7.088	0.000
脑室外引流时长	1.003	7.652	3.771	1.340~5.549	0.006
合并肺部感染	3.075	5.714	21.654	1.740~269.535	0.170
合并气管切开	0.721	4.072	2.056	1.021~4.141	0.044
开放性颅脑外伤	1.324	6.433	3.758	1.351~10.455	0.011
合并手术切口感染	5.830	25.607	340.369	35.586~3 255.534	0.000
合并菌血症/脓毒血症	2.015	8.299	7.500	1.904~29.538	0.004
常量	-7.144	30.102	0.001		0.000

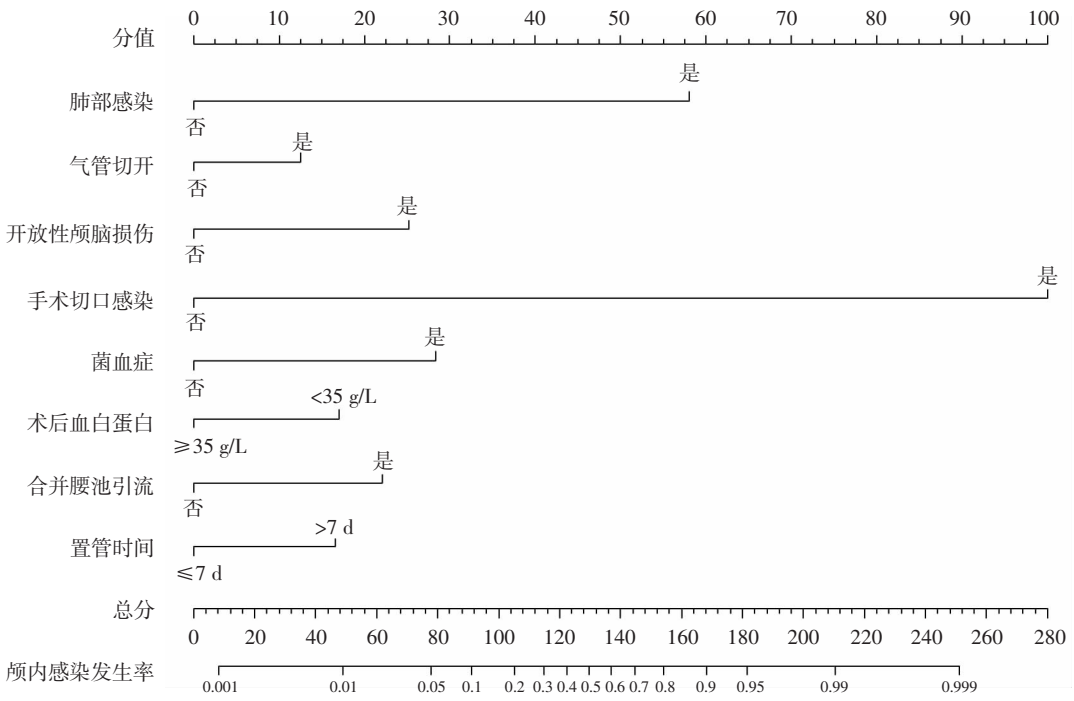


图 1 术后颅内感染风险预测模型列线图

表 4　两组 ROC 曲线分析结果

组别	ROC 曲线下面积	95%*CI*	*P* 值	灵敏度	特异度	Youden 指数
建模组	0.923	0.899~0.946	<0.001	0.949	0.749	0.699
验证组	0.920	0.859~0.981	<0.001	1	0.793	0.793

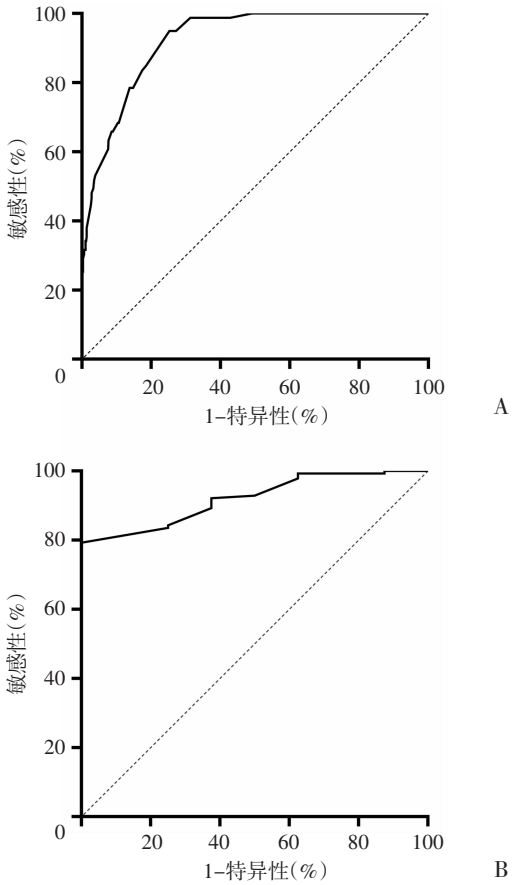


图 2　预测模型在建模组(A)和验证组(B)中的 ROC 曲线

3　讨论

3.1　构建的脑室外引流术后患者颅内感染预测模型具有科学性和实用性

本研究通过搜集、梳理、分析大量的 EVD 术后患者颅内感染病例及相关数据,建立了 EVD 术后患者颅内感染风险预测分析模型。经 ROC 曲线分析验证发现,预测分析模型在建模组和验证组中 ROC 曲线下面积分别为 0.923 和 0.920,两者仅相差 0.003。由此可见该预测分析模型可以较为准确地识别出 EVD 术后发生颅内感染的患者。此外,Hosmer-Lemeshow 检验结果显示,建模组 *P* 值为 0.450,验证组 *P* 值为 0.877,均进一步证明该预测分析模型计算得出的 EVD 术后患者发生颅内感染的概率,与实际发生颅内感染的概率接近。同时,基于该模型利用 R 软件绘制了列线图,对患者颅内感染的风险进行可视化呈现,便于临床应用,使模型更具可操作性和实用性。该模型围绕围手术期的相关影响因素,医护人员可运用该模型对高危患者进行识别和风险预测,进而采取相应治疗及预见性护理措施,降低颅内感染发生率,改善患者预后和远期生活质量。

3.2　脑室外引流术后患者颅内感染相关危险因素分析

3.2.1　低蛋白血症可增加术后颅内感染的发生率

在评价患者营养状况的过程中,体内白蛋白含量是最常用到的指标,张伟宁等[6]研究发现,低蛋白血症是术后发生颅内感染的危险因素,与本研究结果一致。白蛋白半衰期约 20 d,人体内白蛋白含量即使处于正常范围,也有可能处于营养不良状态,低蛋白血症会进一步加重脑水肿,从而增加颅内感染的发生率。有研究[7]提出,患者如果存在营养不良的情况,在其术前就应该注重高蛋白补给,以此降低术后肺部感染等多种并发症的发生率;术后,待患者内环境稳定后,可结合其耐受情况尽早给予合理的营养支持。鉴于此,在 EVD 术前术后,医护人员都应及时结合患者营养评估情况开展正确的饮食宣教,并对其进行个性化饮食指导,督促营养不良的患者及时补充高蛋白食品。

3.2.2　合并腰池引流会增加颅内感染的发生率

据报道[8-9],腰池引流继发颅内感染率为 10%~50%,与本研究结果一致,本研究合并腰池引流患者占颅内感染患者比例为 22%。SCHEITHAUER 等[10]认为腰池引流管留置时间在 4~9 d 内继发颅内感染的风险最高。腰池引流使原本完整的血脑屏障与外界相通,增加了颅内感染的风险,同时,穿刺部位脑脊液漏是腰池引流导致颅内感染多个危险因素中影响较大的因素之一,因为脑脊液漏会直接引起致病菌逆行,从而导致颅内感染的发生[11]。本研究中,单因素分析示脑脊液漏与颅内感染差异无统计学意义,分析其可能的原因:腰池引流合并脑脊液漏的病例数量较少,且合并腰池引流管的脑室外引流手术患者并未频繁取样化验脑脊液,同时规范的引流管护理及留置管道期间穿刺点的严密观察可降低颅内感染的发生率。因此,对于与合并腰池引流的 EVD 患者,重点在于引流管的规范护理,保持引流的通畅及密闭,严格把握无菌原则。

3.2.3　脑室外引流时间>7 d 会增加颅内感染的发生率

随着脑室外引流的时间的延长,由导管引起的颅内感染风险会大幅攀升[12-13],与本研究结果一致。本研究数据分析显示,≤7 d 的术后颅内感染率为

7.5%,>7 d 的术后颅内感染率为 30%。当病情稳定时,应尽早拔除脑室外引流管。如果引流管留置时间超过 7 d,应定期对头部伤口进行消毒包扎,保持引流通畅,注意观察伤口及敷料情况,力求避免脑脊液漏的发生;在引流期间,脑室内注药、脑脊液取样等对于引流管的操作应尽量减少,引流时间应尽力控制在 7 d 以内,并针对可能存在的感染风险给予抗感染治疗。如果确实需要延长置管时间,可应用 OMMAYA 囊内引流来减少因长时间留置管道发生颅内感染的概率[14]。

3.2.4 合并气管切开及肺部感染会增加颅内感染的发生率 气管切开患者肺部感染率较高,为 24.24%[15]。气管切开是保障呼吸道通畅的有效手段,意识障碍、机械通气、下呼吸道分泌物多、气道清除能力差等都是颅脑术后患者气管切开的适应证[16]。而肺部感染是颅脑损伤术后的常见并发症,术后感染率可高达 65%以上[17],神经系统受损后,经常会合并出现肺部感染,原因在于呼吸系统功能会因为呼吸系统低位中枢或者支配呼吸的脊髓受到破坏受到影响,进一步加大肺部感染的可能[18]。此外,气管切开术后绕过上呼吸道对吸入气体的加温加湿功能、黏液纤毛系统损伤会进一步造成分泌物潴留、堵塞,以及不当的吸痰操作和切口的不规范护理又会进一步加重肺部感染。因此,对于合并气管切开及肺部感染的患者更应加强呼吸道管理,建立标准化气管切开护理流程,及时评估气道情况,重点关注吸入气体的加温加湿、切口的观察与护理以及规范的吸痰操作,避免进一步加重肺部感染。

3.2.5 合并开放性颅脑外伤史及其他系统感染可增加术后颅内感染的发生率 王雷平等[19]研究发现在合并其他系统的感染后,颅内感染的风险也将进一步加剧,与本研究结果一致。在一项大规模病例研究中发现,外科 ICU 的院内感染率最高,竟达到 33.3%,其中,术后伤口感染最为常见[20]。合并其他系统感染、菌血症/脓毒血症、开放性颅脑外伤等因素相互影响,可能是由于合并其他系统感染的患者,一般会存在身体基础状况差导致免疫力低下的情况,使得病原菌侵入颅内引起感染的可能性增大。综上所述,对于合并开放性颅脑外伤、其他系统感染的患者,应尽快明确感染源及病原微生物的类型,针对性使用敏感抗生素,同时,医护人员应尽可能全面细致地对患者自身条件进行评估,在此基础上对 EVD 手术指征进行科学合理的判断。术后,对引流管的护理也应该进一步强调无菌操作。

3.3 局限性和展望

本研究为回顾性分析,研究数据来源于单中心调查,同时,依靠病例系统收集而来的临床资料可能存在记录不完整、数据缺失、数据错误等偏差。该预测分析模型具有良好的预测价值,可以帮助医护人员筛选出 EVD 术后颅内感染的高危患者,对于临床有一定的指导意义,其他学者可能将此模型运用于大样本、多中心的前瞻性研究中,并对模型进行进一步验证和优化。

本研究发现,术后白蛋白<35 g/L、合并腰池引流、脑室外引流>7 d、合并肺部感染、合并气管切开、合并手术切口感染、合并菌血症/脓毒血症、病史为开放性颅脑外伤这几项因素可导致 EVD 术后患者颅内感染的概率增加、风险增大。本研究构建的脑室外引流术后患者颅内感染风险预测模型,适用于脑室外引流患者围术期的各个阶段,帮助临床医护人员尽早筛查出 EVD 术后颅内感染的高危人群,并对其给予重点关注,指导其进行早期干预。

参考文献:

[1] CHEN S, FENG H, SHERCHAN P, *et al*. Controversies and evolving new mechanisms in subarachnoid hemorrhage[J]. Prog Neurobiol, 2014, 115: 64 - 91. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2013.09.002.

[2] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志,2001,81(5):314-320.
Ministry of Health, PRC. Diagnostic criteria for nosocomial infections(proposed)[J]. Natl Med J China,2001,81(5):314-320.

[3] 郝京京, 武元星, 王强. 神经外科术后中枢神经系统细菌性感染诊断的研究进展[J]. 中华神经外科杂志, 2015, 31(10): 1077 - 1080. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2015.10.030.
HAO J J, WU Y X, WANG Q. Research progress in the diagnosis of post-operative central nervous system infection[J]. Chin J Neurosurg,2015,31(10):1077-1080. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2015.10.030.

[4] 李乐园, 陈翠萍, 陈光远, 等. 脑室外引流管相关感染危险因素的研究进展[J]. 中华现代护理杂志, 2017, 23(24): 3189-3192. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2017.24.031.
LI L Y, CHEN C P, CHEN G Y, *et al*. Recent study progress of risk factors of external ventricular drainage catheter related infections[J]. Chin J Modern Nursing, 2017, 23(24): 3189-3192. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2017.24.031.

[5] 中华医学会神经外科学分会,中国神经外科重症管理协作组. 神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018 版)[J]. 中华医学杂志,2018,98(21):1646-1649. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.21.005.
Branch of Neurosurgery of Chinese Medical Association, Collaboration Group for Chinese Neurosurgical Critical Management. Cerebrospinal fluid outflow in neurosurgery: Chinese expert consensus (2018 edition)[J]. Nat Med J

China, 2018, 98(21): 1646-1649. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.21.005.

[6] 张伟宁, 田敏, 张阿宁. 老年重症颅脑外伤术后出现颅内感染的危险因素分析及干预措施[J]. 临床医学研究与实践, 2017, 2(14): 3-5. DOI:10.19347/j.cnki.2096-1413.201714002.
ZHANG W N, TIAN M, ZHANG A N. Analysis of risk factors and intervention measures of postoperative intracranial infection after senile severe craniocerebral trauma[J]. Clin Res Pract, 2017, 2(14): 3-5. DOI:10.19347/j.cnki.2096-1413.201714002.

[7] WEIMANN A, BRAGA M, CARLI F, *et al*. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery[J]. Clin Nutr, 2017, 36(3): 623-650. DOI:10.1016/j.clnu.2017.02.013.

[8] HUSSEIN K, RABINO G, FEDER O, *et al*. Risk factors for meningitis in neurosurgical patients with cerebrospinal fluid drains: prospective observational cohort study[J]. Acta Neurochir (Wien), 2019, 161(3): 517-524. DOI:10.1007/s00701-019-03801-y.

[9] CHAMPEY J, MOUREY C, FRANCONY G, *et al*. Strategies to reduce external ventricular drain-related infections: a multicenter retrospective study[J]. J Neurosurg, 2018. DOI:10.3171/2018.1.JNS172486.

[10] SCHEITHAUER S, BÜRGEL U, BICKENBACH J, *et al*. External ventricular and lumbar drainage-associated meningoventriculitis: prospective analysis of time-dependent infection rates and risk factor analysis[J]. Infection, 2010, 38(3): 205-209. DOI:10.1007/s15010-010-0006-3.

[11] 王李刚. 脑室外引流术后并发颅内感染影响因素分析[J]. 临床心身疾病杂志, 2014(4): 103-105. DOI:10.3969/j.issn.1672-187X.2014.04.038-0103-03.
WANG L G. Influencing factors of intracranial infection after external ven-tricular drainage[J]. J Clin Psychosomatic Dis,2014(4):103-105. DOI:10.3969/j.issn.1672-187X.2014.04.038-0103-03.

[12] JAMJOOM A A B, JOANNIDES A J, POON M T, *et al*. Prospective, multicentre study of external ventricular drainage-related infections in the UK and Ireland[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2018, 89(2): 120-126. DOI:10.1136/jnnp-2017-316415.

[13] ROBERTSON F C, ABD-EL-BARR M M, MUKUNDAN S Jr, *et al*. Ventriculostomy-associated hemorrhage: a risk assessment by radiographic simulation[J]. J Neurosurg, 2017, 127(3): 532-536. DOI:10.3171/2016.8.JNS16538.

[14] MOSTOFI K, SAMII M. Secondary communicating hydrocephalus management by implantation of external ventricular shunt and minimal gradual increase of cerebrospinal fluid pressure[J]. Asian J Neurosurg, 2017, 12(2): 194-198. DOI:10.4103/ajns.AJNS_320_16.

[15] 杨欣刚, 安海龙, 马修尧, 等. 重型颅脑损伤患者气管切开术后肺部感染特点与危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(2): 323-325. DOI:10.11816/cn.ni.2016-151972.
YANG X G, AN H L, MA X Y, *et al*. Characteristics of postoperative pulmonary infections in severe brain injury patients undergoing tracheotomy and analysis of risk factors[J]. Chin J Nosocomiol, 2016, 26(2): 323-325. DOI:10.11816/cn.ni.2016-151972.

[16] 刘登贤, 顾强, 孙伟, 等. 早期气管切开术对颅脑外伤合并吸入性肺炎患者的疗效评价[J]. 中外医学研究, 2017, 15(22): 134-136. DOI:10.14033/j.cnki.cfmr.2017.22.071.
LIU D X, GU Q, SUN W, *et al*. Evaluation of curative effect of early tracheotomy in patients with craniocerebral trauma complicated with aspiration pneumonia[J]. Chin Foreign Med Res, 2017, 15(22): 134-136. DOI:10.14033/j.cnki.cfmr.2017.22.071.

[17] 戴俊芬, 戴伟民, 戚东静, 等. 颅脑损伤开颅术后肺部感染危险因素分析及预测模型构建[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(7): 1034-1038. DOI:10.11816/cn.ni.2021-201932.
DAI J F, DAI W M, QI D J, *et al*. Risk factors for postoperative pulmonary infection in patients with craniocerebral injury and establishment of prediction model[J]. Chin J Nosocomiol, 2021, 31(7): 1034-1038. DOI:10.11816/cn.ni.2021-201932.

[18] 程玮涛, 徐跃峤. 神经外科肺部感染者的细菌学分析[J]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2015, 9(2): 226-228. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2015.02.017.
CHENG W T, XU Y Q. Bacteriological analysis of neurosurgical patients with pulmonary infection[J]. Chin J Exp Clin Infect Dis Electron Ed, 2015, 9(2): 226-228. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2015.02.017.

[19] 王雷平, 吴崇光, 姚军, 等. 颅脑创伤患者脑室外引流术后继发颅内感染危险因素分析[J]. 浙江创伤外科, 2019, 24(2): 319-321. DOI:10.3969/j.issn.1009-7147.2019.02.052.
WANG L P, WU C G, YAO J, *et al*. Secondary intracranial infection and its factors in patients with traumatic brain injury after external ventricular drainage[J]. Zhejiang J Trauma Surg, 2019,24(2): 319-321. DOI:10.3969/j.issn.1009-7147.2019.02.052.

[20] BAVISKAR A S, KHATIB K I, RAJPAL D, *et al*. Nosocomial infections in surgical intensive care unit: a retrospective single-center study[J]. Int J Crit Illn Inj Sci, 2019, 9(1): 16-20. DOI:10.4103/ijciis.ijciis_57_18.

(**收稿**:2022-07-12;**修回**:2022-08-01)

(编辑 张 维)