

自发性脑基底节出血术后患者小腿肌间静脉血栓发生的风险预测模型构建及验证

费振海 蔡勇 顾华 钟兴明

湖州市第一人民医院(湖州师范学院附属第一医院)神经外科,浙江湖州 313000

通信作者:蔡勇, Email: Caiyong08121114@163.com

【摘要】 目的 构建自发性脑基底节出血(sBGH)术后患者小腿肌间静脉血栓(CMVT)发生风险预测模型,并验证该模型的预测效果。**方法** 选择2020年1月至2024年12月在湖州市第一人民医院(湖州师范学院附属第一医院)神经外科进行手术治疗的sBGH患者作为研究对象。最终纳入345例sBGH手术患者,按随机数字表法将患者分为建模组(243例)和验证组(102例)。在建模组中,根据是否形成CMVT将患者分为CMVT组(72例)和非CMVT组(171例)。收集患者一般资料[包括性别、年龄、体质量指数(BMI)]、实验室指标[D-二聚体、活化部分凝血活酶时间(APTT)、纤维蛋白原(Fib)、凝血酶原时间(PT)、凝血酶时间(TT)、超敏C-反应蛋白(hs-CRP)]、临床资料[高血压、糖尿病、吸烟史、术前格拉斯哥昏迷评分(GCS)、术前Caprini评分、是否破入脑室、出血量、手术方式]。比较是否发生CMVT两组患者上述资料的差异,将单因素分析中差异有统计学意义的变量纳入多因素Logistic回归分析,筛选影响sBGH术后患者发生CMVT的独立危险因素,并构建列线图模型,验证其预测模型的有效性。采用Hosmer-Lemeshow检验判断模型的拟合优度,绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线)分析模型的预测效能。**结果** 单因素分析结果显示,与非CMVT组比较,CMVT组男性患者比例明显降低[63.9%(46/72)比77.8%(133/171)],年龄、D-二聚体、hs-CRP、Caprini评分水平及出血量明显增加[年龄(岁):69.00(60.25, 75.75)比55.00(67.00, 74.00), D-二聚体(mg/L):1.94(1.02, 4.87)比0.89(0.48, 1.74), hs-CRP(mg/L):21.94(7.50, 55.87)比10.56(4.62, 30.87), Caprini评分(分):5(3, 8)比3(2, 5)], PT、TT明显延长[PT(s):13.10(12.10, 14.13)比12.70(12.10, 13.50), TT(s):15.25(14.23, 16.06)比14.70(14.00, 15.70)],高血压、糖尿病、破入脑室、行开颅手术患者比例明显增多[高血压:70.8%(51/72)比43.9%(75/171), 糖尿病:25.0%(18/72)比7.0%(12/171), 破入脑室:16.7%(12/72)比5.3%(9/171), 行开颅手术:59.7%(43/72)比35.7%(61/171)], GCS评分明显降低[分:13(9, 14)比15(13, 15)],差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。多因素Logistic回归分析显示,年龄[优势比(OR)=1.053, 95%可信区间(95%CI)为1.018~1.090]、D-二聚体(OR=1.194, 95%CI为1.067~1.335)、高血压(OR=2.284, 95%CI为1.085~4.806)、糖尿病(OR=5.357, 95%CI为1.917~14.973)、术前Caprini评分升高(OR=1.216, 95%CI为1.066~1.387)、行开颅手术(OR=3.359, 95%CI为1.087~10.378)均是影响sBGH术后患者发生CMVT的独立危险因素(均 $P<0.05$)。基于上述变量建立列线图模型,结果显示,在建模组中, Hosmer-Lemeshow检验结果为 $\chi^2=2.409$, $P=0.966$, 该模型有良好的拟合效果,预测值与实际值无显著差异。ROC曲线分析显示,验证模型的ROC曲线下面积(AUC)=0.846, 95%CI为0.792~0.899;当最佳截断值为0.538时,其敏感度为70.8%,特异度为83.0%。在验证组中, Hosmer-Lemeshow检验结果为 $\chi^2=11.300$, $P=0.185$, 该模型有良好的拟合效果,预测值与实际值无显著差异。ROC曲线分析显示,验证模型的AUC=0.893, 95%CI为0.832~0.955;当最佳截断值为0.674时,其敏感度为87.1%,特异度为80.3%,正确率为82.4%。**结论** 该风险预测模型的预测效果良好,可为临床评估sBGH术后患者CMVT的发生风险提供参考。

【关键词】 自发性脑基底节出血; 小腿肌间静脉血栓; 预测模型

基金项目:浙江省基础公益研究计划(LGF21H090001)

临床试验注册:中国临床试验注册中心, ChiCTR 2100051093

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.03.007

Construction and verification of risk prediction model for the occurrence of calf muscle vein thrombosis in patients with spontaneous basal ganglia hemorrhage after surgery

Fei Zhenhai, Cai Yong, Gu Hua, Zhong Xingming

Department of Neurosurgery, the First People's Hospital of Huzhou (First Affiliated Hospital of Huzhou University), Huzhou 313000, Zhejiang, China

Corresponding author: Cai Yong, Email: Caiyong08121114@163.com

【Abstract】 Objective To construct a risk prediction model for the occurrence of calf muscle vein thrombosis (CMVT) in patients with spontaneous basal ganglia hemorrhage (sBGH) after surgery, and to verify the predictive effect of this model. **Methods** The surgical patients with sBGH who underwent neurosurgical procedures at the First People's

Hospital of Huzhou (First Affiliated Hospital of Huzhou University) from January 2020 to December 2024 were enrolled as study subjects. A total of 345 patients were randomly divided into a modeling group ($n = 243$) and a validation group ($n = 102$). In the modeling group, patients were categorized into CMVT ($n = 72$) and non-CMVT groups ($n = 171$). Collected data included demographics [gender, age, body mass index (BMI)], laboratory indicators [D-dimer, activated partial thromboplastin time (APTT), fibrinogen (Fib), prothrombin time (PT), thrombin time (TT), hypersensitive C-reactive protein (hs-CRP)], and clinical data [hypertension, diabetes, smoking history, preoperative Glasgow coma scale (GCS), preoperative Caprini score, ventricular rupture, hemorrhage volume, surgical approach]. Variables with statistical significance in univariate analysis were included in multivariate Logistic regression to identify CMVT risk factors and construct a nomogram model. Model fit was evaluated using the Hosmer-Lemeshow test, and predictive performance was assessed via receiver operator characteristic curve (ROC curve) analysis. **Results** The analysis of single factors showed that compared with the non-CMVT group, the proportion of male patients in CMVT group was significantly lower [63.9% (46/72) vs. 77.8% (133/171)], while age, D-dimer, hs-CRP, Caprini score levels and bleeding volume were significantly higher [age (years): 69.00 (60.25, 75.75) vs. 55.00 (67.00, 74.00), D-dimer (mg/L): 1.94 (1.02, 4.87) vs. 0.89 (0.48, 1.74), hs-CRP (mg/L): 21.94 (7.50, 55.87) vs. 10.56 (4.62, 30.87), Caprini score: 5 (3, 8) vs. 3 (2, 5)]. PT and TT were significantly prolonged [PT (s): 13.10 (12.10, 14.13) vs. 12.70 (12.10, 13.50), TT (s): 15.25 (14.23, 16.06) vs. 14.70 (14.00, 15.70)], the proportion of patients with hypertension, diabetes, ventricular rupture, and craniotomy was markedly increased [hypertension: 70.8% (51/72) vs. 43.9% (75/171), diabetes: 25.0% (18/72) vs. 7.0% (12/171), ventricular penetration: 16.7% (12/72) vs. 5.3% (9/171), craniotomy: 59.7% (43/72) vs. 35.7% (61/171)], GCS score significantly decreased [13 (9, 14) vs. 15 (13, 15)]. All differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The multivariate Logistic regression analysis showed that age [odds ratio (OR) = 1.053, 95% confidence interval (95%CI) was 1.018–1.090], D-dimer (OR = 1.194, 95%CI was 1.067–1.335), hypertension (OR = 2.284, 95%CI was 1.085–4.806), diabetes (OR = 5.357, 95%CI was 1.917–14.973), elevated preoperative Caprini score (OR = 1.216, 95%CI was 1.066–1.387), and craniotomy (OR = 3.359, 95%CI was 1.087–10.378) were all independent risk factors affecting the occurrence of CMVT in patients after sBGH (all $P < 0.05$). The linear model was constructed using the aforementioned variables. The Hosmer-Lemeshow test results in the modeling group showed $\chi^2 = 2.409$, $P = 0.966$, indicating good model fit where predicted values showed no significant difference from actual values. ROC curve analysis revealed an area under the curve (AUC) = 0.846, 95%CI was 0.792–0.899 for the validated model. When the optimal cut-off value was set at 0.538, the model achieved a sensitivity of 70.8% and specificity of 83.0%. In the validation set, the Hosmer-Lemeshow test showed $\chi^2 = 11.300$, $P = 0.185$, indicating good model fit where predicted values showed no significant difference from actual values. ROC curve analysis demonstrated an AUC = 0.893, 95%CI was 0.832–0.955 for the validated model. At the optimal cut-off value of 0.674, the model achieved a sensitivity of 87.1%, specificity of 80.3%, and an accuracy of 82.4%. **Conclusion** The risk prediction model has good predictive performance and can provide reference for clinical evaluation of the risk of CMVT in patients with sBGH after surgery.

【Key words】 Spontaneous basal ganglia hemorrhage; Calf muscular vein thrombosis; Predictive model

Fund program: Zhejiang Provincial Basic Public Welfare Research Program (LGF21H090001)

Clinical trial registration: Chinese Clinical Trial Registry, ChiCTR 2100051093

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.03.007

自发性脑基底节出血 (spontaneous basal ganglia hemorrhages, sBGH) 是指非创伤性病因导致的脑基底节区血管自发性破裂引起的脑实质内出血^[1]。该病以急性起病、迅速进展、预后不良为特征, 临床表现为高致残率和高病死率^[2]。sBGH 可通过诱发脑水肿、产生炎症反应、影响局部脑血流量等多种病理生理学机制对患者的中枢系统功能造成损伤^[3]。手术作为 sBGH 的重要治疗手段, 虽能有效清除血肿, 但术后患者常因神经功能障碍 (如运动受限、意识障碍) 而长期卧床, 增加下肢深静脉血栓 (deep vein thrombosis, DVT) 形成的风险^[4]。小腿肌间静脉血栓 (calf muscular vein thrombosis, CMVT) 是 DVT 的周围型表现, 特指局限于小腿肌肉静脉丛 (以比目鱼肌和腓肠肌静脉丛为主) 的血栓形成^[5], 这与该部位的静脉瓣少, 血流速度缓慢有关^[6]。随着超声检查的普及, CMVT 的检出率显著

提升。流行病学调查显示, CMVT 约占下肢 DVT 的 5.6% ~ 31.3%, 而在远端 DVT 中占比高达 50%^[7], 由于小腿肌间静脉分支较细, 其血栓形成所产生的炎症刺激较轻, 导致患者下肢肿胀及疼痛的症状不明显, 因此不易被患者和临床医生发现并重视, 导致错过最佳治疗时机, 引发肺栓塞等严重疾病^[8-9]。因此, sBGH 术后患者 CMVT 风险的识别、监测和早期预防极为重要。目前, 临床上关于 DVT 形成的风险预测模型较为成熟, 鲜见有关 sBGH 术后 CMVT 形成影响因素的研究。因此, 本研究通过探讨 sBGH 术后 CMVT 形成的影响因素, 旨在为临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 选择 2020 年 1 月至 2024 年 12 月在本院神经外科采用手术治疗的 sBGH 患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:①符合 sBGH 的诊断标准^[4];②入院时经头颅计算机断层扫描(computed tomography, CT)/磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)检查证实为颅内出血;③临床资料完整。

1.1.2 排除标准:①年龄 ≤ 18 岁;②因颅脑损伤、颅内占位性病变和脑栓塞导致的出血;③脑梗死继发脑出血;④其他全身性疾病如血液病所导致的基底节出血;⑤既往可能有 DVT 病史;⑥住院时间 ≤ 72 h。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经本院医学伦理委员会批准(审批号:2021KYLL045),并在中国临床试验注册中心注册(注册号:ChiCTR 2100051093)。

1.2 诊断方法:对于手术治疗的 sBGH 患者,于术后 24 h 内行下肢静脉超声以了解是否存在 DVT,于术后第(3 $\pm$ 1)、第(7 $\pm$ 1)和第(14 $\pm$ 1)天行下肢深静脉超声检查,如怀疑患者有 DVT,随时行相关检查。CMVT 的诊断标准:采用双下肢深静脉超声检查,使用 HS50 型彩色多普勒超声检查仪,探头频率设定为 5~10 MHz,静脉腔内探查血流信号,并结合临床表现由医师进行诊断。

1.3 研究分组:本研究模型构建拟纳入 17 个自变量,且每个自变量需 5~10 例患者进行验证。参考 Gao 等^[10]的研究结果, sBGH 术后患者 CMVT 的发生率为 32.3%,同时考虑到 10%~20% 的样本流失率,经计算,本研究所需的样本量至少为 $(17 \times 5 / 0.323) / 0.9 = 292$ 例,最终纳入 345 例 sBGH 手术患者,按随机数字表法将患者分为建模组(243 例)和验证组(102 例)。在验证组中,根据 CMVT 是否形成,再将患者分为 CMVT 组(72 例)和非 CMVT 组(171 例)。

1.4 资料收集:①一般资料:性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI);②实验室指标:D-二聚体、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、纤维蛋白原(fibrinogen, Fib)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、凝血酶时间(thrombin time, TT)、超敏 C-反应蛋白(hypersensitive C-reactive protein, hs-CRP);③临床资料:高血压、糖尿病、吸烟史、术前格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)、术前血栓形成风险评估的 Caprini 评分、是否破入脑室、出血量、手术方式。

1.5 统计学方法:使用 SPSS 26.0 统计软件分析数据,采用 R3.6.1 软件构建列线图模型。非正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。采用多因素 Logistic 回归分析构建风险预测模型,采用 Hosmer-Lemeshow 检验及受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)下面积(area under the curve, AUC)评价模型的拟合及预测效果。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 sBGH 术后患者 CMVT 发生风险的单因素分析(表 1):建模组中 72 例患者发生 CMVT, 171 例患者未发生 CMVT, CMVT 发生率为 29.63%。单因素分析结果显示,与非 CMVT 组比较, CMVT 组男性患者明显减少,年龄、D-二聚体、hs-CRP、Caprini 评分水平及出血量明显增加, PT、TT 明显延长,高血压、糖尿病、破入脑室、行开颅手术患者比例明显增多, GCS 评分明显降低(均 $P < 0.05$)。两组年龄、BMI、APTT、Fib、吸烟史比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.2 sBGH 术后患者 CMVT 风险预测模型的构建(表 2;图 1):将单因素分析中差异有统计学意义的因素作为自变量,以 sBGH 患者是否发生 CMVT 作为因变量进行多因素 Logistic 回归分析,自变量赋值方式如下:①高血压:有=1,无=0;②糖尿病:有=1,无=0;③是否破入脑室:是=1,否=0;④手术方式:开颅=1,非开颅=0;⑤其余均为连续型变量,按实际数值输入。结果显示,年龄、D-二聚体、高血压、糖尿病、术前 Caprini 评分、破入脑室、行开颅手术均是 CMVT 发生的危险因素(均 $P < 0.05$)。最终构建的 sBGH 患者 CMVT 发生风险预测模型: $P = 1 / [1 + \exp(9.022 - 0.052 \times \text{年龄} - 0.177 \times \text{D-二聚体} - 0.826 \times \text{高血压} - 1.678 \times \text{糖尿病} - 0.196 \times \text{术前 Caprini 评分} - 1.620 \times \text{破入脑室} - 1.212 \times \text{开颅手术})]$,使用上述变量构建列线图模型。

2.3 sBGH 术后患者 CMVT 风险预测模型的拟合及预测效果分析(图 2):在建模组中, Hosmer-Lemeshow 检验 $\chi^2 = 2.409$, $P = 0.966$,说明该模型有良好的拟合效果,预测值与实际值无显著差异。ROC 曲线分析显示,风险预测模型的 AUC=0.846, 95% 可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为 0.792~0.899;当最佳截断值为 0.538 时,其敏感度

表 1 sBGH 术后 CMVT 发生风险的单因素分析

变量	CMVT 组 (n=72)	非 CMVT 组 (n=171)	$\chi^2 /$ U 值	P 值	变量	CMVT 组 (n=72)	非 CMVT 组 (n=171)	$\chi^2 /$ U 值	P 值
性别〔例(%)〕			5.038	0.025	糖尿病〔例(%)〕			15.140	<0.001
男性	46(63.9)	133(77.8)			是	18(25.0)	12(7.0)		
女性	26(36.1)	38(22.2)			否	54(75.4)	159(93.0)		
年龄〔岁, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	69.00(60.25, 75.75)	55.00(67.00, 74.00)	-2.089	0.037	吸烟史〔例(%)〕			0.694	0.405
BMI〔kg/m ² , $M(Q_L, Q_U)$ 〕	23.35(20.43, 25.44)	22.66(21.03, 24.97)	-0.325	0.745	是	32(44.4)	86(50.3)		
D-二聚体〔mg/L, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	1.94 (1.02, 4.87)	0.89 (0.48, 1.74)	-5.545	<0.001	否	40(55.6)	85(49.7)		
APTT〔s, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	28.30(25.73, 30.88)	28.80(26.90, 31.10)	-0.946	0.344	术前 GCS 评分〔分, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	13(9, 14)	15(13, 15)	-5.017	<0.001
Fib〔g/L, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	3.14(2.54, 3.68)	3.26(2.71, 3.83)	-0.983	0.325	术前 Caprini 评分〔分, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	5(3, 8)	3(2, 5)	-3.898	<0.001
PT〔s, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	13.10(12.10, 14.13)	12.70(12.10, 13.50)	-1.999	0.046	是否破入脑室〔例(%)〕			8.345	0.004
TT〔s, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	15.25(14.23, 16.06)	14.70(14.00, 15.70)	-2.221	0.026	是	12(16.7)	9(5.3)		
hs-CRP〔mg/L, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	21.94(7.50, 55.87)	10.56(4.62, 30.87)	-2.448	0.014	否	60(83.3)	162(94.7)		
高血压〔例(%)〕			14.766	<0.001	出血量〔mL, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	100(20, 300)	50(20, 200)	-2.118	0.034
是	51(70.8)	75(43.9)			是否行开颅手术〔例(%)〕			11.970	<0.001
否	21(29.2)	96(56.1)			是	43(59.7)	61(35.7)		
					否	29(40.3)	110(64.3)		

表 2 sBGH 术后 CMVT 发生风险的多因素 Logistic 回归分析

项目	β 值	s_{β}	χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
常量	-9.022	2.889	9.750	0.002		
年龄	0.052	0.017	8.837	0.003	1.053	1.018 ~ 1.090
D-二聚体	0.177	0.057	9.631	0.002	1.194	1.067 ~ 1.335
高血压	0.826	0.380	4.734	0.030	2.284	1.085 ~ 4.806
糖尿病	1.678	0.524	10.245	0.001	5.357	1.917 ~ 14.973
术前 Caprini 评分	0.196	0.067	8.469	0.004	1.216	1.066 ~ 1.387
是否破入脑室	1.620	0.577	7.896	0.005	5.054	1.632 ~ 15.647
是否开颅	1.212	0.576	4.431	0.035	3.359	1.087 ~ 10.378

注: OR 为优势比

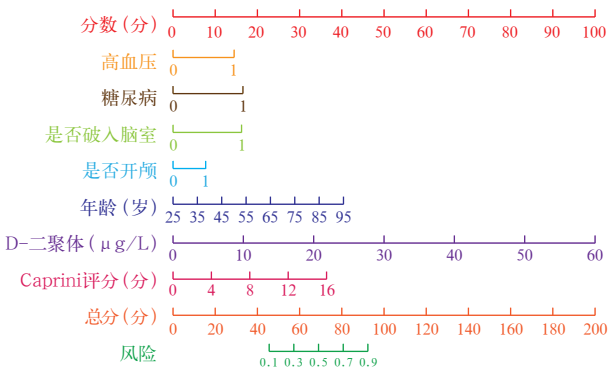


图 1 建模组 sBGH 患者术后 CMVT 发生的列线图模型

为 70.8%, 特异度为 83.0%。

2.4 sBGH 术后患者 CMVT 风险预测模型的验证 (图 3): 验证组中, Hosmer-Lemeshow 检验 $\chi^2 = 11.300$, $P = 0.185$, 说明该模型有良好的拟合效果, 预测值与实际值无显著差异。ROC 曲线分析显示, 风险预测模型的 $AUC = 0.893$, $95\%CI$ 为 $0.832 \sim 0.955$; 当最佳截断值为 0.674 时, 其敏感度为 87.1%, 特异度为 80.3%。102 例患者中, 该风险

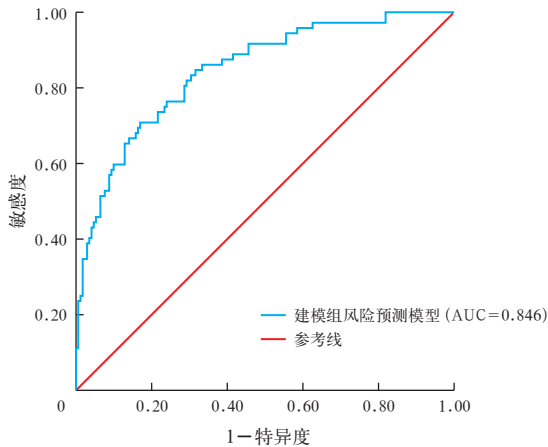


图 2 建模组 sBGH 患者术后 CMVT 发生风险预测模型的 ROC 曲线

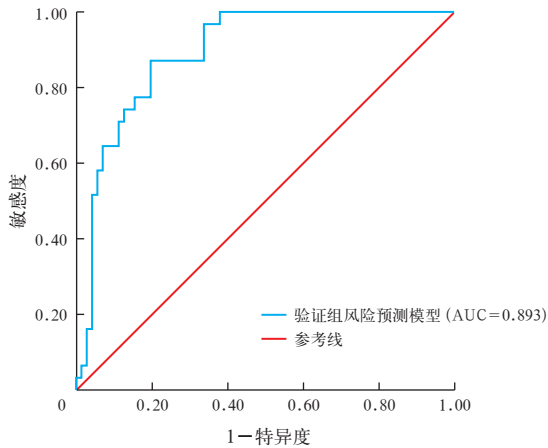


图 3 验证组 sBGH 患者术后 CMVT 发生风险预测模型的 ROC 曲线

预测模型判断 21 例患者会发生 CMVT, 81 例患者不会发生 CMVT, 实际发生 CMVT 31 例, 71 例未发生, 本模型误判 20 例, 总正确率为 82.4%。

3 讨论

3.1 sBGH 术后患者 CMVT 发生率高:本研究建模组中, sBGH 术后患者 CMVT 发生率为 29.63%, 与许姗姗等^[11]研究结果(26.04%)相近, 分析原因为: sBGH 患者由于肢体瘫痪、长期卧床、手术、血管壁损伤和凝血功能异常等使 CMVT 发生风险明显增加。脑出血术后常需绝对卧床, 导致活动量减少, 进而心率下降易并发血栓形成, 卧床除了可引起血容量和抗利尿激素分泌减少、血液黏稠度增加及血流速度减慢外也同样容易导致坠积性肺炎、泌尿道感染和压疮等并发症^[12]。血管内皮损伤可触发炎症因子释放, 同时破坏凝血-抗凝-纤溶系统的动态平衡, 这一病理过程不仅促进血小板活化聚集, 还会通过凝血因子、凝血酶水平升高或纤溶活性降低而增强血液高凝状态, 最终导致 CMVT 的发生^[13]。所以, 对于 sBGH 患者术后更要重视 CMVT 的发生。

3.2 sBGH 术后患者 CMVT 发生风险分析

3.2.1 高龄患者容易发生 CMVT:本研究结果显示, 高龄是 sBGH 患者术后发生 CMVT 的风险因素, 年龄越大的患者更易发生 CMVT, 这可能与老年脑出血患者术后长期制动、运动减少及血液高凝状态有关。庞晶等^[14]的研究表明, 在 91 例 CMVT 患者中, 年龄 ≥ 60 岁是疾病发生的重要危险因素。许多研究表明, 年龄已被确定为卒中后 CMVT 形成的危险因素, CMVT 的发生率随着年龄的增长而增加^[15-16]。年龄不仅是引起术后患者发生 CMVT 的独立危险因素, 也是影响其预后的重要且不可改变的持续因素。此外, 老年患者的 CMVT 更易向近端蔓延, 形成腓静脉以上的 DVT 或脱落形成肺动脉栓塞(pulmonary embolism, PE) 的风险显著增加^[17]。因此, 临床医生应重视高龄患者, 加强彩色多普勒血流显像(color doppler flow imaging, CDFI) 的随访, 预防 CMVT, 减少血栓蔓延发生率, 预防 PE 的发生。

3.2.2 D-二聚体水平高的患者易发生 CMVT:D-二聚体水平升高代表着机体内凝血系统被激活且继发纤溶亢进, 能反映血液的高凝状态^[18]。此外, D-二聚体水平受其他凝血相关因素的干扰较小, 因此可作为一种较为理想的血栓性疾病早期诊断标志物^[19]。本研究显示, D-二聚体是 sBGH 患者发生 CMVT 的危险因素, D-二聚体水平高的患者更易发生 CMVT。陈慧娇等^[20]的研究表明, 血浆 D-二聚体水平是出血性卒中患者发生下肢 DVT 的危险因素。D-二聚体水平升高是 CMVT 形成的一个

独立危险因素, 在很多文献中也有明确阐述^[21-22]。D-二聚体持续升高趋势是发生下肢 DVT 的重要预测指标。D-二聚体在脑出血患者早期会出现暂时性升高, 是脑组织损伤引起凝血活性升高的代偿性反应^[23]。D-二聚体的动态变化对于预测患者孤立性远端 DVT(isolated distal DVT, IDVT) 的进展有较高价值, 与术后 1 d 比较, 术后 5~7 d D-二聚体水平较术前增加 3.9 倍, 预测 IDVT 进展的敏感度和特异度分别为 76.5% 和 74.6%^[24]。本研究显示, 当 sBGH 术后 4~5 d 血浆 D-二聚体下降后再次升高或持续升高, 为 CMVT 的预警信号, 应及时进行超声检查, 有一定的临床意义。医护人员应对 sBGH 术后患者常规筛查 D-二聚体水平, 对于 D-二聚体水平升高的患者, 需警惕 CMVT 的发生, 及时识别高危患者, 并根据患者具体情况合理用药。但应注意 D-二聚体水平正常但却发生 CMVT 的患者需要从其他方面监测 DVT^[25], 如狼疮抗凝物(lupus anticoagulant, LA) 比值联合 D-二聚体和可溶性内皮细胞蛋白 C 受体在早期诊断 DVT 中有较高的价值^[26]。

3.2.3 患有高血压的 sBGH 患者术后易发生 CMVT:未控制血压的高血压患者容易发生 sBGH, 病情较重, 治疗期间需长时间卧床。本研究显示, 患有高血压可增加 sBGH 患者术后 CMVT 的发生风险。未控制血压导致血管壁承受的压力升高, 可伤及血管内膜导致血管硬化、重要器官损伤, 从而引起抗凝系统活性下降、纤维蛋白原含量升高、凝血因子活性增强等病理变化, 导致患者处于高凝状态, 促进了 CMVT 的发生。研究显示, 高血压对于预测神经外科术后患者 DVT 的效果良好^[27]。因此, 需警惕有高血压的脑出血患者发生 CMVT。医护人员需严密监测血压, 避免血压波动及降压幅度过大, 保持环境安静、舒适, 做好防护措施; 高血压患者术后可在床头或病案记录上标记高危记号。降压治疗期间避免血压波动过大, 对于预防再出血也有一定的价值^[28]。

3.2.4 患有糖尿病的 sBGH 患者术后易发生 CMVT:在脑出血患者中糖尿病已被证实为 DVT 形成的危险因素, 这可能与糖尿病导致的血管内皮损伤有关^[29]。本研究显示, 存在糖尿病可增加 sBGH 患者术后 CMVT 的发生风险。急性脑出血住院患者糖代谢异常发生率为 68.7%, 其中糖尿病占 42.3%^[30], 受高血糖的影响, 患者发生感染的风险会显著增加, 持续高糖环境可导致不同程度的凝血功能异常, 纤

溶减弱,相关凝血因子水平升高,从而使患者处于高凝状态,CMVT 风险升高。研究显示,hs-CRP、糖化血红蛋白水平高是 2 型糖尿病患者发生 CMVT 的独立危险因素^[31]。医护人员应监测糖尿病 sBGH 术后患者血糖,早期至少每 4 h 监测 1 次,一旦发现血糖异常波动,合理使用药物对症控制血糖,可降低 CMVT 的发生率。

3.2.5 术前 Caprini 评分高的 sBGH 患者术后易发生 CMVT: Caprini 评分是一种综合评估患者血栓风险的方法,其评估依据包括患者的基本状况与既往史^[32-33]。Caprini 评分是医院内静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism, VTE)防治的质量评价与管理中重点关注的质量评估核心指标^[34]。本研究结果显示, Caprini 评分是 sBGH 患者术后发生 CMVT 的风险因素,患者 Caprini 评分越高,发生 CMVT 的风险越高。另一项研究表明, Caprini 评分可作为 sICH 患者 DVT 形成的预测因子之一;与 Caprini 评分为 5~8 分的患者相比, Caprini 评分>8.26 分的患者发生下肢 DVT 事件的风险更高。ROC 曲线分析显示,当截断值为 8.26 时,约登指数达到最高水平,其对应的敏感度为 92%,特异度为 84%;因此,当评分 ≥ 9 分时,患者处于高风险状态;当评分<9 分时,患者发生下肢 DVT 的风险较低^[35]。Caprini 评分对脑出血住院患者 VTE 形成有较高的预测价值,并且可对 VTE 风险进行分级,从而有助于临床给予患者个性化的预防措施,有效辅助临床护理工作^[36]。因此,对于 Caprini 评分较高的 sBGH 患者,术后需重点关注,尽早开展下肢主动与被动活动,积极进行下肢深静脉超声监测,并针对性实施抗凝治疗,以防止 CMVT 的发生发展。

3.2.6 sBGH 开颅手术患者易发生 CMVT: 开颅手术是脑出血最有效的治疗的方法之一,手术治疗能有效清除患者大脑中的淤血,快速清除血肿、降低颅内压,但手术创伤重、术后并发症多。本研究表明,开颅手术是 sBGH 患者发生 CMVT 的风险因素。开颅手术操作会诱发炎症反应、脑损伤等多种血栓形成危险因素,这些因素会使开颅操作相关凝血因子水平升高,而局部浓度增高的凝血因子会通过受损的血管释放,进而导致血液系统处于高凝状态。在此情况下,颅内产生的凝血因子可能促使 CMVT 的形成。Qi 等^[37]的研究表明,在接受开颅手术的患者中,术中应用间歇充气加压(intermittent pneumatic compression, IPC)可将术后深静脉血栓的

发生率降低 2/3;且术中凝血监测对于诊断出血的潜在原因、指导止血治疗和预测长期术中出血风险有重要意义。因此, sBGH 患者手术过程中应保持严格的无菌方案,预防术后感染的发生。手术期间应采取间歇充气加压等机械预防措施以尽量减少 CMVT 的发生。

3.3 sBGH 术后患者 CMVT 风险预测模型的预测效果较好: 本研究通过 Hosmer-Lemeshow 检验对模型的拟合优度进行评估,结果证实,该模型具备良好的拟合效果。在鉴别效度检验方面,采用 ROC 曲线进行分析,结果显示, AUC=0.846,最佳截断值为 0.538,敏感度为 70.8%,特异度为 83.0%,各项指标均表明该模型的预测效能良好。在 102 例患者中验证该模型,结果显示,本模型的敏感度达 87.1%,特异度为 80.3%,正确率为 82.4%,在实际临床场景中展现出较强的预测能力,可作为 sBGH 患者发生 CMVT 风险的评估工具。医护人员可依据评估结果尽早制定并实施针对性预防策略,从而有效降低 CMVT 的发生风险,改善患者的预后。

4 结 论

本研究构建的 sBGH 术后患者 CMVT 风险预测模型有良好的预测效能和较高的临床应用价值。该模型能助力医护人员在病程早期精准识别 CMVT 高危人群,为针对性干预措施的制定提供科学且可靠的决策依据,进而为改善患者预后奠定基础。临床实践过程中可通过该模型进行预判,从而便于实施一系列早期干预措施、降低 sBGH 术后患者 CMVT 的发生风险进而改善预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Ikram MA, Wieberdink RG, Koudstaal PJ. International epidemiology of intracerebral hemorrhage [J]. Curr Atheroscler Rep, 2012, 14 (4): 300-306. DOI: 10.1007/s11883-012-0252-1.
- [2] Garg R, Biller J. Recent advances in spontaneous intracerebral hemorrhage [J]. F1000Res, 2019, 8: F1000. DOI: 10.12688/f1000research.16357.1.
- [3] 刘倩,高利.脑出血的中西医结合研究进展[J].中国中西医结合急救杂志, 2008, 15 (6): 381-384. DOI: 10.3321/j.issn:1008-9691.2008.06.026.
- [4] Greenberg SM, Ziai WC, Cordonnier C, et al. 2022 guideline for the management of patients with spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association [J]. Stroke, 2022, 53 (7): e282-e361. DOI: 10.1161/STR.0000000000000407.
- [5] Hu XM, Li XC, Xu HF, et al. Development of risk prediction model for muscular calf vein thrombosis with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. Int J Gen Med, 2022, 15: 6549-6560. DOI: 10.2147/IJGM.S374777.
- [6] 吴济强,王学珍,姜纹姣,等.住院患者下肢深静脉血栓形成位置与肺栓塞发生部位的特点分析[J].中华危重病急救医学, 2022, 22 (11): 1148-1153. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220421-00398.

- [7] Henry JC, Satiani B. Calf muscle venous thrombosis: a review of the clinical implications and therapy [J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2014, 48 (5-6): 396-401. DOI: 10.1177/1538574414541704.
- [8] Su H, Liu HZ, Liu J, et al. Elderly patients with intertrochanteric fractures after intramedullary fixation: analysis of risk factors for calf muscular vein thrombosis [J]. *Orthopade*, 2018, 47 (4): 341-346. DOI: 10.1007/s00132-018-3552-5.
- [9] Garcia R, Probeck K, Elitharp DM, et al. Diverse management of isolated calf deep venous thrombosis in a university hospital [J]. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2018, 6 (2): 139-145. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.08.021.
- [10] Gao XG, Li Y, Bian HY, et al. A retrospective study of risk factors for calf muscle venous thrombosis in patients with cerebral hemorrhage [J]. *Neurol Asia*, 2021, 26 (2): 251.
- [11] 许姗姗, 伏媛, 郭璇, 等. 重型颅脑创伤术后小腿肌间静脉血栓形成的影响因素分析 [J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2022, 8 (6): 684-688. DOI: 10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2022.06.09.
- [12] Engbers MJ, Blom JW, Cushman M, et al. The contribution of immobility risk factors to the incidence of venous thrombosis in an older population [J]. *J Thromb Haemost*, 2014, 12 (3): 290-296. DOI: 10.1111/jth.12480.
- [13] Girolami A, Cosi E, Ferrari S, et al. Prethrombotic, prothrombotic, thrombophilic states, hypercoagulable state, thrombophilia etc.: semantics should be respected even in medical papers [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2017, 43 (3): 390-393. DOI: 10.1007/s11239-016-1459-8.
- [14] 庞晶, 杨远舰, 杨梦, 等. 小腿肌间静脉血栓合并肺栓塞的危险因素 [J]. *河南医学研究*, 2018, 27 (14): 2509-2511. DOI: 10.3969/j.issn.1004-437X.2018.14.005.
- [15] Cheng HR, Huang GQ, Wu ZQ, et al. Individualized predictions of early isolated distal deep vein thrombosis in patients with acute ischemic stroke: a retrospective study [J]. *BMC Geriatr*, 2021, 21 (1): 140. DOI: 10.1186/s12877-021-02088-y.
- [16] Pan X, Wang Z, Fang Q, et al. A nomogram based on easily obtainable parameters for distal deep venous thrombosis in patients after acute stroke [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021, 205: 106638. DOI: 10.1016/j.clineuro.2021.106638.
- [17] 凌端强. 小腿肌间静脉血栓合并肺栓塞的临床研究 [D]. 太原: 山西医科大学, 2016.
- [18] Ohara T, Farhoudi M, Bang OY, et al. The emerging value of serum D-dimer measurement in the work-up and management of ischemic stroke [J]. *Int J Stroke*, 2020, 15 (2): 122-131. DOI: 10.1177/1747493019876538.
- [19] 彭超, 文一波. D-二聚体与 FDPs 联合检测在血栓性疾病中的诊断价值 [J]. *实用检验医师杂志*, 2018, 10 (4): 223-225. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2018.04.009.
- [20] 陈慧娇, 孙晓红, 张喆, 等. 出血性卒中患者下肢深静脉血栓形成风险预测模型的构建与验证 [J]. *中华神经外科杂志*, 2021, 37 (3): 255-259. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20201014-00537.
- [21] Liu LL, Zhou J, Zhang YQ, et al. A nomogram for individualized prediction of calf muscular vein thrombosis in stroke patients during rehabilitation: a retrospective study [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2022, 28: 10760296221117991. DOI: 10.1177/10760296221117991.
- [22] Taylor C, Sultan L. Towards evidence-based emergency medicine: best BETs from the manchester royal infirmary. BET 2: the use of age-related D-dimers to rule out deep vein thrombosis [J]. *Emerg Med J*, 2015, 32 (9): 747-749. DOI: 10.1136/emered-2015-205210.2.
- [23] Zhou Q, Zhang D, Chen X, et al. Plasma D-dimer predicts poor outcome and mortality after spontaneous intracerebral hemorrhage [J]. *Brain Behav*, 2021, 11 (1): 462-468. DOI: 10.1002/brb3.1946.
- [24] 汤睿, 高智, 杜敏, 等. 凝血功能动态变化对急性颅脑损伤患者孤立性下肢远端深静脉血栓发生和进展的预测价值 [J]. *中华危重病急救医学*, 2021, 33 (6): 721-726. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210323-00427.
- [25] Trudzinski FC, Minko P, Rapp D, et al. Runtime and APTT predict venous thrombosis and thromboembolism in patients on extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective analysis [J]. *Ann Intensive Care*, 2016, 6 (1): 66. DOI: 10.1186/s13613-016-0172-2.
- [26] 李建兰, 林涛, 李仲飞, 等. 狼疮抗凝物比值, D-二聚体, 可溶性内皮细胞蛋白 C 受体对早期深静脉血栓形成的诊断价值分析 [J]. *中国医师进修杂志*, 2020, 43 (12): 1120-1124. DOI: 10.3760/cma.j.cn115455-20200708-00858.
- [27] Li J, Ren X, Zhu X, et al. Clinical predictive factors of lower extremity deep vein thrombosis in relative high-risk patients after neurosurgery: a retrospective study [J]. *Dis Markers*, 2020, 2020: 5820749. DOI: 10.1155/2020/5820749.
- [28] 李志芹. 脑出血患者的急诊室救治与护理 [J/CD]. *实用器官移植电子杂志*, 2013, 1 (5): 295-296. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2013.05.007.
- [29] 龙婷. 脑出血患者术后深静脉血栓形成的危险因素分析及其护理对策 [J]. *临床医学工程*, 2020, 27 (10): 1431-1432. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4659.2020.10.1431.
- [30] Pendharkar SA, Asrani VM, Xiao AY, et al. Relationship between pancreatic hormones and glucose metabolism: a cross-sectional study in patients after acute pancreatitis [J]. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 2016, 311 (1): G50-G58. DOI: 10.1152/ajpgi.00074.2016.
- [31] 张明亮, 李爱玲, 王玉涛. 2 型糖尿病患者发生小腿肌间静脉血栓的危险因素分析 [J]. *中国中西医结合外科杂志*, 2021, 27 (4): 576-580. DOI: 10.3969/j.issn.1007-6948.2021.04.006.
- [32] Ali NE, Alyono JC, Song Y, et al. Postoperative venous thromboembolism after neurologic surgery [J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2021, 82 (3): 378-382. DOI: 10.1055/s-0039-3400223.
- [33] Zhu XP, Zhang TT, Zhou LS, et al. Stratification of venous thromboembolism risk in stroke patients by Caprini score [J]. *Ann Palliat Med*, 2020, 9 (3): 631-636. DOI: 10.21037/apm.2020.04.20.
- [34] 全国肺栓塞和深静脉血栓形成防治能力建设项目专家委员会《医院内静脉血栓栓塞症防治质量评价与管理指南(2022 版)》编写专家组. 医院内静脉血栓栓塞症防治质量评价与管理指南(2022 版) [J]. *中华医学杂志*, 2022, 102 (42): 3338-3348. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220623-01373.
- [35] Fang X, Shen Y, Wang M, et al. Predictive value of Caprini risk assessment model, D-dimer, and fibrinogen levels on lower extremity deep vein thrombosis in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage [J]. *Front Neurol*, 2024, 15: 1370029. DOI: 10.3389/fneur.2024.1370029.
- [36] 刘阳. Caprini 风险评估模型对高血压脑出血住院患者静脉血栓栓塞症的预测价值 [J]. *慢性病学杂志*, 2022, 23 (12): 1817-1820.
- [37] Qi X, Wang MR, Feng K, et al. The effect of intraoperative intermittent pneumatic compression on deep venous thrombosis prophylaxis in patients undergoing elective craniotomy [J]. *Front Neurol*, 2024, 15: 1421977. DOI: 10.3389/fneur.2024.1421977.

(收稿日期: 2025-03-08)

(责任编辑: 邸美仙)

关于杜绝和抵制第三方机构代写代投稿件的通知

近期本刊编辑部监测到部分用户使用虚假的手机号和 Email 地址注册账号, 这些账号的投稿 IP 地址与作者所在单位所属行政区域严重偏离, 涉嫌第三方机构代写代投。此类行为属于严重的学术不端, 我们已将排查到的稿件信息通报编辑部各位编审人员, 杂志社处理收稿的编务部门也将对此类账号做封禁处理, 相关稿件一律做退稿处理。

为弘扬科学精神, 加强科学道德和学风建设, 抵制学术不端行为, 端正学风, 维护风清气正的良好学术生态环境, 请广大读者和作者务必提高认识, 规范行为, 以免给作者的学术诚信、职业发展和所在单位的声誉带来不良影响。

本刊编辑部