

临床论著

胸腰段脊柱骨折合并急性创伤性脊髓损伤患者
术后深静脉血栓的危险因素分析李斌, 石岩, 黄承, 王艺伟
(北京市海淀区医院骨科 100080 北京市)

【摘要】目的:探讨胸腰段脊柱骨折合并急性创伤性脊髓损伤患者术后深静脉血栓的危险因素。方法:选取 2018 年 7 月~2020 年 9 月于我院进行手术治疗的 T11~L2 骨折合并急性创伤性脊髓损伤 (spinal cord injury, SCI) 患者 136 例。收集患者的统计患者的年龄、性别、体重指数、既往病史等一般资料,检测并收集患者总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triacylglycerol, TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白 (high density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 等实验室指标。收集患者术前、术后 6 个月内的下肢静脉彩超,根据是否出现 DVT 分为 DVT 组 ($n=64$) 和非 DVT 组 ($n=72$)。比较两组患者的一般资料,通过单因素分析及多因素 Logistic 回归分析确定急性创伤性 SCI 患者术后发生 DVT 的独立影响因素。通过 Spearman 法和 Pearson 法分析各影响因素间的相关性。根据独立影响因素建立并验证列线图模型。结果:单因素分析结果显示,DVT 组和非 DVT 组的体重指数 ($27.03\pm 2.12\text{kg/m}^2$ 和 $24.03\pm 3.32\text{kg/m}^2$)、吸烟人数占比 (39.06% 和 20.83%)、输血人数占比 (45.31% 和 27.78%)、肿瘤病史人数占比 (46.89% 和 23.61%)、出血量 $>600\text{mL}$ 人数占比 (42.19% 和 22.22%)、ASIA 分级 A 级人数占比 (45.31% 和 18.06%)、肢体气压治疗及踝泵练习人数占比 (18.75% 和 52.78%)、ASIA 分级 D 级人数占比 (14.06% 和 33.33%)、CRP (20.36 ± 4.37 和 11.45 ± 3.76)、FIB (6.49 ± 1.31 和 4.51 ± 1.26) 以及 D-二聚体 (1.83 ± 0.39 和 0.45 ± 0.26) 之间的差异均具有统计学意义 ($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析显示,输血、ASIA 分级 A 级、FIB $>5\text{g/L}$ 、D-二聚体 $>1.6\text{mg/L}$ 以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习是急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 的独立危险因素 ($P<0.05$),相关性分析显示,输血、ASIA 分级 A 级、FIB、D-二聚体以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习均呈明显的正相关关系 ($P<0.05$)。根据独立影响因素构建列线图预测模型,模型的 ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.837 (95%CI: 0.791~0.864), 具有较好的区分度,校准曲线评价结果提示模型具有较好的准确性。结论:输血、ASIA 分级 A 级、FIB $>5\text{g/L}$ 、D-二聚体 $>1.6\text{mg/L}$ 以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习是急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 形成的独立危险因素,各独立危险因素之间均存在密切联系。

【关键词】脊髓损伤;深静脉血栓;危险因素;ASIA 分级;血浆纤维蛋白原

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.08.06

中图分类号:R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2022)-08-0713-07

Risk factors of deep venous thrombosis in patients with thoracolumbar spinal fracture complicated with acute traumatic spinal cord injury/LI Bin, SHI Yan, HUANG Cheng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2022, 32(8): 713-719

【Abstract】Objectives: To explore the risk factors of deep venous thrombosis(DVT) in patients with thoracolumbar spinal fracture complicated with acute traumatic spinal cord injury. Methods: 136 patients with T11-L2 fracture complicated with acute traumatic spinal cord injury(SCI) who underwent surgical treatment in our hospital from July 2018 to September 2020 were selected. The age, sex, body mass index, past medical history and other general data of the patients were collected. The total cholesterol(TC), triacylglycerol(TG), low density lipoprotein cholesterol(LDL-C), high density lipoprotein cholesterol(HDL-C) and other laboratory indicators were detected and collected. The color Doppler ultrasound of the lower limb veins of the patients before surgery and within 6 months after surgery were collected. The patients were divided into DVT group($n=$

64) and non-DVT group($n=72$) according to whether occurred DVT or not. The general data of the two groups were compared, and the independent influencing factors of DVT in patients with acute traumatic SCI were determined by univariate analysis and multivariate Logistic regression analysis. The correlation between the influencing factors was analyzed by Spearman method and Pearson method. The nomograph model was established according to the independent influencing factors, and the model was verified. **Results:** Univariate analysis showed that there were statistical differences between DVT group and non-DVT group in the body mass index(BMI)($27.03 \pm 2.12 \text{ kg/m}^2$ vs $24.03 \pm 3.32 \text{ kg/m}^2$), the proportion of smokers(39.06% vs 20.83%), the patient proportion of blood transfusions (45.31% vs 27.78%), the patient proportion with tumor history (46.89% vs 23.61%), the patient proportion with bleeding volume>600ml(42.19% and 22.22%), the patient proportion of ASIA grade A (45.31% vs 18.06%), the patient proportion of limb barotherapy and ankle pump exercise (18.75% vs 52.78%), patient proportion of ASIA grade D (14.06% vs 33.33%), CRP (20.36 ± 4.37 vs 11.45 ± 3.76), FIB(6.49 ± 1.31 vs 4.51 ± 1.26), and D-Dimer(1.83 ± 0.39 vs 0.45 ± 0.26)($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that blood transfusion, ASIA grade A, FIB>5g/L, D-dimer>1.6mg/L, and no limb barotherapy or ankle pump exercise were independent risk factors for DVT formation in patients with acute traumatic SCI($P<0.05$). Correlation analysis showed that blood transfusion, ASIA grade A, FIB, D-dimer, no limb barotherapy and ankle pump exercise were significantly positively correlated($P<0.05$). The nomogram prediction model was constructed according to independent influencing factors. The area under curve(AUC) of the model was 0.837(95%CI: 0.791–0.864), which had good discrimination. The evaluation results of the calibration curve suggested that the model had good accuracy. **Conclusions:** Blood transfusion, ASIA grade A, FIB>5g/L, D-dimer>1.6mg/L, and no limb barotherapy and ankle pump exercise are independent risk factors for DVT formation in patients with acute traumatic SCI. There was a close relationship between the independent risk factors.

【Key words】 Spinal cord injury; Deep venous thrombosis; Risk factors; ASIA classification; Fibrinogen

【Author's address】 Department of Orthopedics, Beijing Haidian Hospital, Beijing 100080, China

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)是指由于直接或间接因素引起的脊髓结构及功能的损伤。急性创伤性 SCI 会导致脊髓损伤平面以下出现感觉和运动功能障碍,严重影响患者的生活质量,通常需要手术治疗^[1,2]。深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)是急性创伤性 SCI 后常见的并发症,由于其隐匿性强,被发现时通常已出现胸闷、胸痛等一系列肺栓塞的表现,严重者甚至危及患者生命^[3]。目前多数国际指南以及相关研究均显示,DVT 的预防比治疗花费的时间、精力以及费用更少。目前,临床针对急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 的预防主要采取机械预防和药物预防^[4]。虽取得一定成效,但还未达到理想预防效果。此外,DVT 虽然在 SCI 患者中的发病率较高,但其相关的危险因素及预防措施还尚未取得一致结论。因此,探究急性创伤性 SCI 术后发生 DVT 的相关危险因素并及时采取相应的防治措施,对于降低 DVT 的发生率及改善患者预后均具有重要意义。对此,本研究通过对胸腰段脊柱骨折合并急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 的发生情况进行分

析,确定 DVT 的独立危险因素并提出相应预防措施,以期为临床诊疗提供相应参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2018 年 7 月~2020 年 9 月于因 T11~L2 骨折合并急性创伤性 SCI 入院进行手术治疗的患者。纳入标准:(1)T11~L2 创伤性脊柱骨折,伴有脊髓完全或不完全损伤;(2)术前检查无 DVT;(3)受伤 48h 内入院进行手术治疗。排除标准:(1)凝血功能障碍的患者;(2)下肢骨折的患者;(3)术前 1 个月内服用抗凝药物的患者。

共纳入患者 136 例,其中男性 66 例,女性 70 例,脊髓损伤平面:T11 35 例,T12 44 例,L1 40 例,L2 17 例;年龄 40~85 岁(62.1 ± 9.0 岁)。本研究获我院伦理委员会批准,所有纳入本研究患者及其家属均知情并签署知情同意书。

对纳入研究的患者采用电话随访、门诊复查、病历查询等方式随访 6 个月,每月 1 次,随访率 100%。随访期间,对患者进行下肢静脉彩色多普

勒超声检查,自股静脉向远心端依次检查股静脉、腘静脉、胫前静脉及胫后静脉。随访终点为患者发生 DVT 或随访满 6 个月,根据患者是否出现 DVT 分为 DVT 组和非 DVT 组。

1.2 DVT 诊断标准

根据《深静脉血栓形成诊断及治疗指南》^[5]: (1)下肢肿大,有疼痛感;(2)血液凝血功能处于高凝状态;(3)D-二聚体水平 $>500\mu\text{g/L}$;(4)B 超检查可直接看到血管不能够被探头压扁,管腔中有不均匀回声影;(5)血管不能完全充盈或在充盈后出现缺损的情况。在进行检查时首先对 1~4 条进行筛选,前四条都满足条件者进行第 5 条筛查,根据结果确诊为 DVT。

1.3 观察指标

患者的一般资料包括年龄、性别、体重指数、既往病史等通过查阅电子病历获取,患者经过治疗后次日清晨空腹采集外周血标本检测总胆固醇(total cholesterol,TC)、甘油三酯(triacylglycerol,TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,LDL-C)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein cholesterol,HDL-C)、空腹血糖、FIB、C 反应蛋白(C-reactive protein,CRP)、白细胞计数(white blood cell count,WBC)以及降钙素原(procalcitonin,PCT)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase,ALT)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase,AST)、白细胞介素-6(interleukin-6,IL-6)、D-二聚体。

1.4 ASIA 分级标准^[6]

ASIA 制定的脊髓损伤残损分级标准如下。A 级:完全性损害,在骶段 S4-S5 无任何感觉和运动功能保留;B 级:不完全性损害,在神经平面以下包括 S4-S5 存在感觉功能,但无运动功能;C 级:不完全性损害,在神经平面以下存在运动功能,且平面以下一半以上的关键肌肌力小于 3 级;D 级:不完全性损害,在神经平面以下存在运动功能,且平面以下至少一半以上的关键肌肌力大于或等于 3 级;E 级:正常,感觉和运动功能正常。

1.5 统计学方法

利用 SPSS 23.0 统计软件进行数据统计分析,计量资料均以平均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用 t 检验;计数资料使用百分数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用单因素分析急性创伤性 SCI 患者术后发生 DVT 的影响因素;采

用多因素 Logistic 回归分析急性创伤性 SCI 患者术后发生 DVT 的独立危险因素;采用 Spearman 法和 Pearson 法分析各影响因素间的相关性,符合正态分布的因素之间通过 Pearson 法分析,不符合正态分布的因素之间通过 Spearman 法分析;根据多因素结果构建预测患者术后发生 DVT 的列线图模型,通过受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)、ROC 曲线下面积(area under curve,AUC)、一致性指数(concordance index,C-index)评价模型的区分度和准确性, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

64 例患者术后发生 DVT,对比两组患者的一般资料发现,DVT 组患者的体重指数、吸烟人数比例、输血人数比例、肿瘤病史病例、出血量 $>600\text{ml}$ 人数比例、ASIA 分级 A 级人数比例、CRP、FIB 以及 D-二聚体均明显高于非 DVT 组,而肢体气压治疗及踝泵练习人数比例和 ASIA 分级 D 级人数比例明显低于非 DVT 组,差异具有统计学意义($P<0.05$);两组患者在年龄、性别、饮酒史、高血压病史、糖尿病史、手术时间、术后康复训练、术后卧床时间、服用药物、空腹血糖、TC、TG、HDL-C 等方面的差异均无统计学意义($P>0.05$,表 1、2)。

2.2 多因素 Logistic 回归分析

将单因素分析中差异具有统计学意义($P<0.05$)的因素纳入多因素分析,因变量为 DVT(是=1,否=0),以体重指数、吸烟史、肿瘤病史、输血、出血量 $>600\text{ml}$ 、肢体气压治疗及踝泵练习、ASIA 分级 A 级、ASIA 分级 D 级、CRP、FIB 和 D-二聚体为自变量,结果显示,输血、ASIA 分级 A 级、FIB $>5\text{g/L}$ 、D-二聚体 $>1.6\text{mg/L}$ 以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习是急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 形成的独立危险因素(表 3)。

2.3 各影响因素之间的相关性分析

采用 Spearman 法和 Pearson 法分析各影响因素间的相关性,结果如图 1 所示,输血、ASIA 分级 A 级、FIB、D-二聚体以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习均呈明显的正相关关系($P<0.05$)。

2.4 预测模型的构建

基于多因素分析结果,采用 R 语言统计软件构建列线图预测模型,每个指标对应标尺得分相

加即为总分，与风险预测轴上的数值对应即为 DTV 风险值。对比列线图后可知，输血积分为 37.23、未进行肢体气压治疗及踝泵练习积分为

表 1 两组临床资料对比

Table 1 Comparison of general data

	DVT组 (n=64) DVT group	非 DVT 组 (n=72) Non-DVT group	χ^2/t 值 χ^2/t value	P值 P value
年龄(岁)Age	63.24±3.65	62.16±3.43	1.778	0.078
男性 Male	31(48.44%)	35(48.61%)	1.671	0.196
体重指数(kg/m ²)BMI	27.03±2.12	24.03±3.32	6.192	<0.001
吸烟史 Smoking	25(39.06%)	15(20.83%)	5.423	0.02
饮酒史 Drinking	33(51.56%)	37(51.39%)	0	0.984
肿瘤病史 Tumor	30(46.89%)	17(23.61%)	8.108	0.004
高血压史 Hypertension	28(43.75%)	32(44.44%)	0.007	0.935
糖尿病史 Diabetes	24(37.50%)	26(36.11%)	0.028	0.867
血脂异常 Dyslipidemia	19(29.69%)	21(29.17%)	0.004	0.947
冠心病史 Coronary heart disease	21(32.81%)	24(33.33%)	0.004	0.949
静脉曲张 Varicosity	18(28.13%)	13(18.06%)	1.952	0.162
输血 Blood transfusion	29(45.31%)	20(27.78%)	4.52	0.034
手术时间>2h Operative time>2h	22(34.38%)	15(20.83%)	3.137	0.077
出血量>600ml Bleeding volume>600ml	27(42.19%)	16(22.22%)	6.247	0.012
肢体气压治疗及踝泵练习 Pneumatic compression and ankle pump exercise	12(18.75%)	38(52.78%)	16.875	<0.001
肾功能不全 Renal insufficiency	16(25.00%)	19(26.39%)	0.034	0.853
ASIA 分级 ASIA classification				
A 级 Grade A	29(45.31%)	13(18.06%)	11.793	0.001
B 级 Grade B	12(18.75%)	15(20.83%)	0.092	0.761
C 级 Grade C	14(21.88%)	20(27.78%)	0.63	0.427
D 级 Grade D	9(14.06%)	24(33.33%)	6.847	0.009
术后康复训练 Postoperative rehabilitation training	28 (43.75%)	32(44.44%)	0.007	0.935
术后卧床时间(天) Postoperative bed rest time	7.24±9.65	7.16±8.43	0.052	0.959
服用药物 Taking medicine			0.002	0.964
低分子肝素 Low molecular weight heparin	18 (28.13%)	20(27.78%)		
Xa 因子抑制剂 Factor Xa inhibitor	25(39.06%)	28(38.89%)		
维生素 K 拮抗剂 Vitamin K antagonists	12(18.75%)	13(18.06%)		
阿司匹林 Aspirin	9(14.06%)	11(15.28%)		
左心室射血分数(%) Left ventricular ejection fraction	17.99±7.65	18.01±7.59	0.015	0.988

48.23、ASIA 分级 A 级积分为 68.25、FIB 积分为 45.16、D-二聚体积分为 55.47。5 项总分为 254.34,故对应的 DVT 风险值为 0.72,预测术后出现 DVT 的概率为 72%(图 2)。

2.5 预测模型的评价

采用 Bootstrap 自抽样法进行内部验证,该预测模型 C-index 计算结果为 0.843 (95% CI: 0.829~0.863),ROC 曲线 AUC 为 0.837 (95% CI: 0.791~0.864),以上结果提示该风险预测模型的区分度较好(图 3)。绘制预测模型的校准曲线,结果显示模型的预测概率曲线与参考概率拟合度良好,Hosmer-Lemeshow 检验结果差异无统计学意义($P>0.05$),提示该模型准确度较高(图 4)。预测模型的临床决策曲线阈值概率在 0.01~0.93 范围内,净获益率>0,提示其有效性较好,安全可靠,实用性强。当阈值概率在 93%以内考虑 DVT 形成,进行有效干预而改善预后(图 5)。

3 讨论

SCI 是脊柱损伤的并发症之一,往往导致损伤节段以下肢体出现严重的功能障碍^[7,8]。由于急性创伤性 SCI 患者手术后血小板功能亢进,血管内皮受损,加之患者术后需要长期卧床,患者下肢失去神经支配和肌肉活动减少,导致患者下肢静脉血液回流,造成血管损伤,大大增加了发生 DVT 的风险^[9,10]。有相关研究报道 SCI 患者 DVT

表 2 两组实验室检验结果比较

Table 2 Comparison of testing results

	DVT组 (n=64) DVT group	非 DVT 组 (n=72) Non-DVT group	χ^2/t 值 χ^2/t value	P值 P value
FPG(mmol/L)	5.72±3.67	5.69±3.72	0.047	0.962
TC(mmol/L)	2.01±0.21	1.96±0.25	1.254	0.212
TG(mmol/L)	1.37±0.43	1.36±0.51	0.123	0.902
HDL-C(mmol/L)	3.31±0.69	3.29±0.71	0.166	0.868
LDL-C(mmol/L)	7.57±1.28	7.56±1.30	0.045	0.964
WBC($\times 10^9/L$)	56.94±13.39	57.02±13.43	0.035	0.972
Scr(mmol/L)	6.39±2.07	6.40±2.09	0.028	0.978
BUN(mmol/L)	51.06±6.27	50.98±6.34	0.074	0.941
AST(IU/L)	18.45±9.53	18.52±9.36	0.043	0.966
ALT(IU/L)	4.17±1.24	4.20±1.19	0.144	0.886
PCT(g/L)	13.12±4.07	12.95±3.96	0.247	0.806
IL-6(ng/L)	57.84±6.35	57.57±5.24	0.272	0.786
CRP(mg/L)	20.36±4.37	11.45±3.76	12.780a	<0.001
FIB(g/L)	6.49±1.31	4.51±1.26	8.978	<0.001
D-二聚体(mg/L) D-Dimer	1.83±0.39	0.45±0.26	19.189	<0.001

表 3 DVT 形成的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of DVT formation

	回归系数 Regression coefficients	标准误差 Standard error	Wald/c ² 值 Wald/c ² value	OR 值 Odds ratio	95%CI	P 值 P value
体质指数(kg/m ²) Body mass index	0.119	0.107	1.507	1.126	0.916~1.297	0.053
吸烟史 Smoking	0.292	0.112	6.794	1.339	0.667~1.784	0.154
肿瘤病史 History of tumor	0.054	0.029	3.53	1.056	0.723~1.373	0.097
输血 Blood transfusion	1.192	0.661	3.251	3.293	2.835~3.486	<0.001
出血量>600ml Bleeding volume>600ml	0.257	0.144	3.184	1.293	0.835~1.586	0.124
肢体气压治疗及踝泵练习 Limb pneumatic compression and ankle pump exercise	-0.624	0.531	1.381	0.536	0.103~0.732	<0.001
ASIA 分级 A 级 ASIA grade A	0.95	0.623	2.328	2.587	2.267~2.871	<0.001
CRP(mg/L)	0.4	0.392	1.042	1.492	0.727~1.991	0.106
FIB(g/L)	0.591	0.413	2.045	1.805	1.643~1.956	<0.001
D-二聚体(mg/L) D-Dimer	1.104	0.629	3.082	3.017	2.824~3.234	<0.001

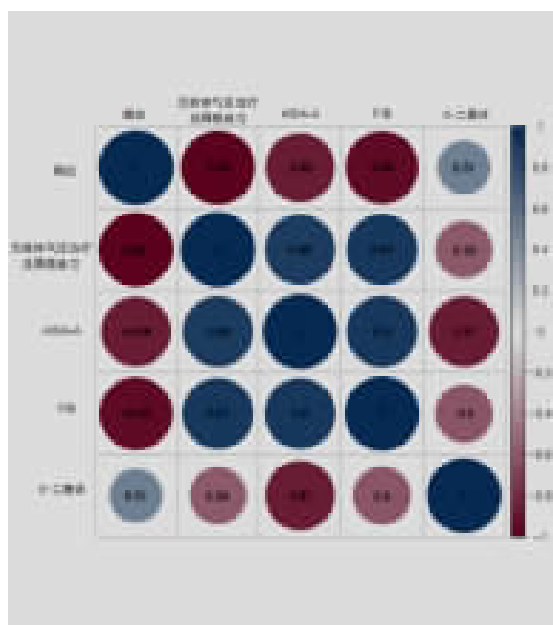


图 1 急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 形成的各独立危险因素之间的相关性

Figure 1 Correlations between independent risk factors of DVT formation in patients with acute traumatic SCI after operation

形成的概率为 9%,且逐年上升,这不仅会给患者本人带来身体和心理的严重伤害,还会给患者家庭造成沉重的经济负担^[11]。因此,探讨急性创伤性 SCI 患者术后发生 DVT 可能的危险因素,对 DVT 的发生进行早期预判并及时给予针对性的治疗至关重要。

本研究对 136 例急性创伤性 SCI 入院进行手术治疗的患者的临床资料进行分析,通过单因素及多因素分析输血、ASIA 分级 A 级、FIB>5g/L、

D-二聚体>1.6mg/L 以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习是急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 形成的独立危险因素。FIB 是血浆中的一种蛋白质,为血液凝固因子之一,可参与凝血止血过程^[12]。研究表明 FIB 升高为多种血栓类疾病的独立危险因素,且与 DVT 的形成有关^[13,14]。急性创伤性 SCI 患者术后血小板处于亢进状态,释放出大量凝血致活酶,可将血浆中原有可溶于水的 FIB 凝固成为不溶于水的纤维蛋白,最终凝固成为血块,在 DVT 的发生及发展中具有重要作用,是 DVT 的独立危险因素。ASIA 分级 A 级意味着患者脊髓完全性损伤^[15],该程度的损伤会严重影响患者的交感神经对心脏功能的控制,使心肌收缩力降低,导致患者下肢静脉供血不足,有效血容量降低,血液黏稠度增加。创伤性 SCI 手术难度较大,手术时间较长,伴随着患者术中失血量的增加往往需要进行输血。有研究显示术中输血可增加 SCI 患者并发 DVT 的风险^[16],这可能是由于患者在术中流失的为全血,而输入血液为红细胞悬液,增加了患者血液的黏稠度,从而导致 DVT 的发生。肢体气压治疗及踝泵练习可促进下肢肌肉收缩,加快深静脉血流速度,防止血液淤积形成血栓,是 DVT 的保护因素^[17]。D-二聚体是纤维蛋白的特殊交联衍生物^[18]。相关研究报道 D-二聚体水平与血栓的形成呈显著正相关^[19],是术前的常规检查,可为患者预防术后 DVT 的发生提供帮助^[20]。此外,本研究通过相关性分析发现,各独立危险因素之间均存在显著正相关关系,这提示各独立影响因素之间互相影响,共同作用促进 DVT 的形成。这可能

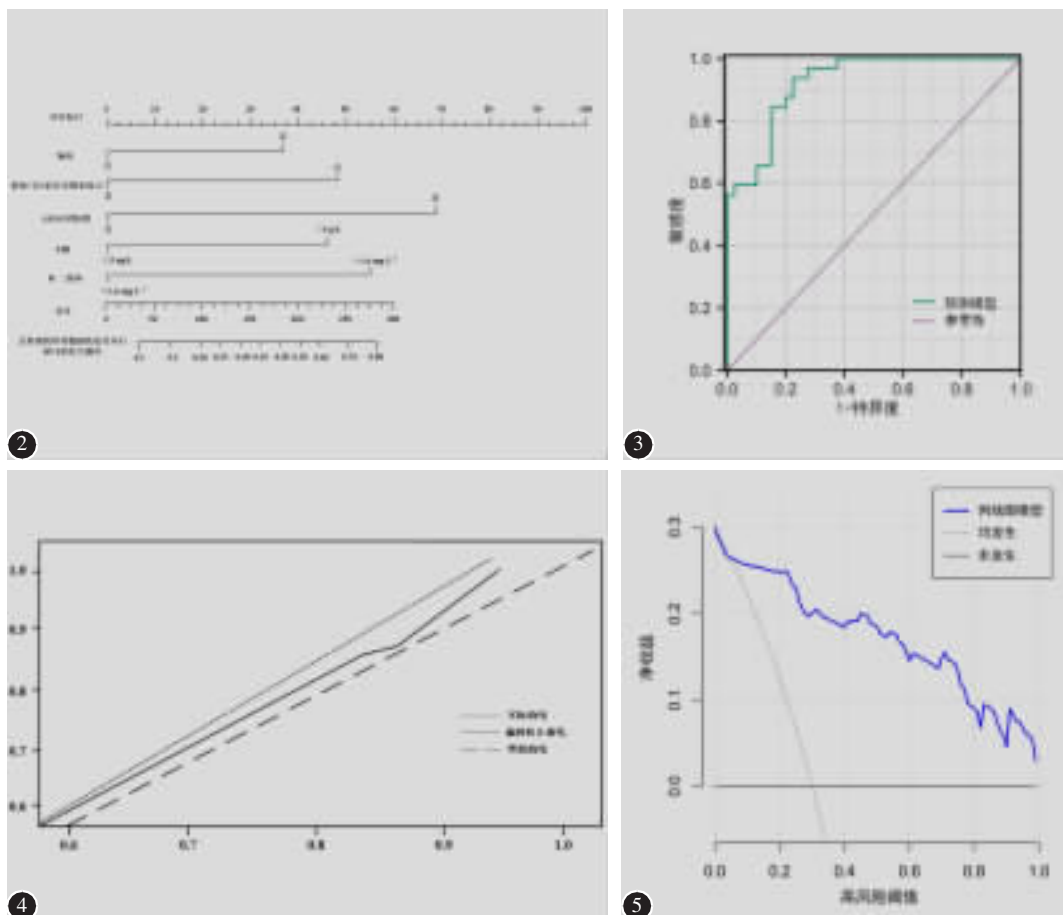


图2 预测急性创伤性SCI患者术后DVT形成的列线图模型(输血:37.23分;未进行肢体气压治疗及踝泵练习:48.23分;ASIA 分级A级:68.25分;FIB:45.16分;D-二聚体:53.47分;总分:254.34分;对应风险值:0.72) 图3 预测模型的ROC曲线(模型的ROC曲线AUC为0.837,区分度较好) 图4 模型的内部验证校准图 图5 列线图模型的有效性评价(预测模型的临床决策曲线阈值概率在0.01~0.93范围内,净获益率>0,提示其有效性较好)

Figure 2 Nomograph model for predicting the formation of DVT in patients with acute traumatic SCI after operation (blood transfusion: 37.23 points; no limb pneumatic compression treatment and ankle pump exercise: 48.23 points; ASIA grade A: 68.25 points; FIB: 45.16 points; D-dimer: 53.47 points; total score: 254.34 points; corresponding risk value: 0.72) **Figure 3** ROC working curve of prediction model (The AUC of ROC curve of the model was 0.837, with good discrimination) **Figure 4** Internal verification and calibration diagram of the model **Figure 5** Effectiveness evaluation of nomograph model (the threshold probability of the clinical decision curve of the prediction model was within the range of 0.01–0.93, and the net benefit rate>0, indicating a good effectiveness)

是由于ASIA 分级A 级的患者由于病情严重,术中输血率较高,增加了血液的黏稠度的同时心肌收缩力降低导致毛细血管、冠脉以及胃肠道血床扩张,血容量大大降低的同时FIB 水平升高将加重血液黏稠度,血液流速进一步减慢,从而促进D-二聚体水平的增高,血液黏稠度更高,形成的血栓的风险大大增加,在术后若再未进行肢体气压治疗及踝泵练习,患者下肢肌肉弹性降低,血液的高凝状态得不到缓解,加重淤血堆积,发生

DVT 的风险进一步增加。本研究基于以上结果建立急性创伤性SCI 患者术后形成DVT 的预测模型,并采用ROC 曲线和内部验证对模型进行评价。本研究中,构建的列线图预测模型AUC 为0.837,在一定程度上可作为临床急性创伤性SCI 患者术后形成DVT 的辅助预测工具。

本研究的局限性:本研究所纳入样本数量有限,且时间跨度较大,许多患者因数据不足被排除在外,故无法排除选择偏倚。在今后的研究中我们

将扩大样本数量, 以期为临床提供更准确的数据支持。

综上所述, 输血、ASIA 分级 A 级、FIB>5g/L、D-二聚体>1.6mg/L 以及未进行肢体气压治疗及踝泵练习是急性创伤性 SCI 患者术后 DVT 形成的独立危险因素, 各独立危险因素之间均存在密切联系。因此, 对于术前 ASIA 分级 A 级、FIB>5g/L、D-二聚体>1.6mg/L 的患者、术中进行输血的患者、术后未进行肢体气压治疗及踝泵练习的患者, 需要进行特别关注, 必要时需对患者进行口服抗凝药预防。

4 参考文献

1. 叶彬, 陈令斌, 刘融. 脊柱脊髓损伤伴多发伤的损伤程度评估及治疗结果分析[J]. 颈腰痛杂志, 2017, 3(2): 162-165.
2. 李晓强, 张福先, 王深明. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版)[J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2017, 9(4): 250-257.
3. 李大千, 蒋云, 梅燕萍. 抗凝血酶Ⅲ、D-二聚体与纤维蛋白原在下肢静脉血栓形成中的临床应用[J]. 医学信息, 2019, 32(17): 167-169.
4. 虞鑫袁, 刘伟, 张豪伟. 脊髓损伤术后深静脉血栓形成的相关因素分析[J]. 中国骨伤, 2020, 33(2): 140-143.
5. 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]. 中国血管外科杂志(电子版), 2017, 9(4): 250-257.
6. 周海涛, 闫志刚, 施建峰. 颈椎椎弓根钉棒系统内固定在颈椎骨折脱位合并脊髓损伤治疗中的临床价值[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(5): 59-60.
7. Hayashi T, Fujiwara Y, Arijji Y, et al. Mechanism of dysphagia after acute traumatic cervical spinal cord injury [J]. J Neurotrauma, 2020, 37(21): 2315-2319.
8. 汪靖宇, 刘天健, 王琳琳, 等. 急性脊髓损伤临床治疗进展[J]. 中华急诊医学杂志, 2017, 26(4): 470-472.
9. Bernardi E, Camporese G. Diagnosis of deep-vein thrombosis [J]. Thrombosis Research, 2018, 163: 201-206.
10. Fischer CR, Wang E, Steinmetz L, et al. Prevalence of risk factors for hospital-acquired venous thromboembolism in neurosurgery and orthopedic spine surgery patients [J]. Int J Spine Surg, 2020, 14(1): 79-86.
11. Chung WS, Lin CL, Chang SN, et al. Increased risk of deep vein thrombosis and pulmonary thromboembolism in patients with spinal cord injury: a nationwide cohort prospective study[J]. Thromb Res, 2014, 133(4): 579-584.
12. 赵曼, 赵雅, 王禹, 等. 血清 HCY, CysC 和 NT-proBNP 检测在急性脑梗死诊断及预后中的应用研究[J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(3): 70-73.
13. 张亚莉. Hey、血小板参数、凝血功能指标联合检测对脑梗死的临床意义[J]. 医药论坛杂志, 2019, 40(9): 162-164.
14. Kim SW, Park CJ, Kim K, et al. Cardiac arrest attributable to dysfunction of the autonomic nervous system after traumatic cervical spinal cord injury[J]. Chin J Traumatol, 2017, 20(2): 118-121.
15. Katsios C, Griffith L, Spinella P, et al. Red blood cell transfusion and increased length of stay are not associated with deep vein thrombosis in medical and surgical critically ill patients: a prospective observational cohort study[J]. Critical Care, 2011, 15(6): R263.
16. Porto GBF, Wessell DOJ, Alvarado A, et al. Anticoagulation and spine surgery [J]. Global Spine J, 2020, 30(11 suppl): 53S-64S.
17. Pitto Rocco P, Koh Chuan K. Flowtron foot-pumps for prevention of venous thromboembolism in total hip and knee replacement[J]. J Orthop, 2014, 12(1): 35-38.
18. 朱瑞霞, 赵公吟, 王亮亮, 等. 直接前方和后外侧入路人工髋关节置换治疗老年股骨颈骨折的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(8): 730-735.
19. 薛晓玉, 薛玉霞, 何江. 血浆 D-二聚体、抗凝血酶Ⅲ和血清超敏 C 反应蛋白联合检测诊断产妇产后深静脉血栓的价值[J]. 武警医学, 2019, 30(12): 1057-1059, 1064.
20. Van Es N, van der Hulle T, Van Es J, et al. Wells rule and d-Dimer testing to rule out pulmonary embolism: a systematic review and individual-patient data Meta-analysis [J]. Ann Intern Med, 2016, 165(4): 253-261.

(收稿日期:2022-03-17 末次修回日期:2022-07-05)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 姜雅浩)