

# 高能量胸腰椎骨折围手术期下肢深静脉血栓形成的危险因素分析

王海莹, 张子朋, 吕冰

(保定市第一中心医院, 河北 保定 071000)

**摘要** 目的:探讨高能量胸腰椎骨折围手术期下肢深静脉血栓形成(deep venous thrombosis, DVT)的危险因素。方法:选择 429 例采用手术治疗的高能量胸腰椎骨折患者,从病历系统中提取年龄、性别、体质量指数、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、术前和术后美国脊柱损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)脊髓损伤神经功能分级、骨折至手术时间、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、凝血酶时间(thrombin time, TT)、活化部分凝血酶原激酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)血清含量、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)血清含量、血小板计数、红细胞体积分布宽度(red cell volume distribution width, RDW)变异系数、手术时间、出血量、补液量、是否输血、引流量等信息。按照术前是否发生下肢 DVT 将患者分为术前下肢 DVT 组和术前无下肢 DVT 组,按照术后是否发生下肢 DVT 将患者分为术后下肢 DVT 组和术后无下肢 DVT 组。分别对术前下肢 DVT 组和术前无下肢 DVT 组、术后下肢 DVT 组和术后无下肢 DVT 组患者的相关信息进行单因素分析,然后对其中组间差异有统计学意义的因素分别进行多因素 Logistic 回归分析。结果:术前下肢 DVT 组 62 例,术前无下肢 DVT 组 367 例。2 组患者的年龄、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级、骨折至手术时间、D-二聚体血浆含量、RDW 变异系数比较,组间差异均有统计学意义( $t=2.960$ ,  $P=0.004$ ;  $\chi^2=12.161$ ,  $P=0.007$ ;  $t=9.040$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-6.771$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-7.030$ ,  $P=0.000$ ); 2 组患者的性别、体质量指数、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、纤维蛋白原血浆含量、TT、APTT、PT、HDL 血清含量、LDL 血清含量、血小板计数比较,组间差异均无统计学意义( $\chi^2=0.104$ ,  $P=0.747$ ;  $t=0.734$ ,  $P=0.460$ ;  $\chi^2=0.042$ ,  $P=0.838$ ;  $\chi^2=0.762$ ,  $P=0.383$ ;  $\chi^2=0.449$ ,  $P=0.503$ ;  $Z=-0.640$ ,  $P=0.522$ ;  $Z=-1.250$ ,  $P=0.211$ ;  $Z=-0.203$ ,  $P=0.839$ ;  $Z=-1.691$ ,  $P=0.091$ ;  $Z=-1.146$ ,  $P=0.252$ ;  $Z=-0.839$ ,  $P=0.401$ ;  $Z=-1.589$ ,  $P=0.112$ )。Logistic 回归分析结果显示,骨折至手术时间、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、D-二聚体血浆含量是高能量胸腰椎骨折术前发生下肢 DVT 的危险因素( $\beta=0.137$ ,  $P=0.001$ ,  $OR=1.147$ ;  $\beta=2.117$ ,  $P=0.000$ ,  $OR=8.308$ ;  $\beta=0.187$ ,  $P=0.000$ ,  $OR=1.205$ )。术后下肢 DVT 组 83 例,术后无下肢 DVT 组 346 例。2 组患者的年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、手术时间、出血量、补液量、是否输血、引流量比较,组间差异均有统计学意义( $t=4.780$ ,  $P=0.000$ ;  $\chi^2=15.902$ ,  $P=0.001$ ;  $Z=-4.422$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-7.078$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-8.486$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-4.692$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-4.346$ ,  $P=0.000$ ;  $Z=-2.628$ ,  $P=0.009$ ;  $\chi^2=10.298$ ,  $P=0.005$ ;  $Z=-2.777$ ,  $P=0.005$ ); 2 组患者的性别、体质量指数、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、TT、APTT、PT 比较,组间差异均无统计学意义( $\chi^2=0.892$ ,  $P=0.345$ ;  $t=1.550$ ,  $P=0.122$ ;  $\chi^2=1.212$ ,  $P=0.271$ ;  $\chi^2=0.004$ ,  $P=0.948$ ;  $\chi^2=0.049$ ,  $P=0.825$ ;  $Z=-0.870$ ,  $P=0.384$ ;  $Z=-0.637$ ,  $P=0.524$ ;  $Z=-0.228$ ,  $P=0.819$ )。Logistic 回归分析结果显示,年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、输血是高能量胸腰椎骨折术后发生下肢 DVT 的危险因素( $\beta=0.041$ ,  $P=0.006$ ,  $OR=1.042$ ;  $\beta=2.239$ ,  $P=0.000$ ,  $OR=10.374$ ;  $\beta=0.159$ ,  $P=0.008$ ,  $OR=1.172$ ;  $\beta=0.591$ ,  $P=0.000$ ,  $OR=1.805$ ;  $\beta=0.428$ ,  $P=0.000$ ,  $OR=1.535$ ;  $\beta=0.708$ ,  $P=0.036$ ,  $OR=2.030$ )。结论:骨折至手术时间、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、D-二聚体血浆含量是高能量胸腰椎骨折术前发生下肢 DVT 的危险因素;年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、输血是术后发生下肢 DVT 的危险因素。

**关键词** 脊柱骨折;胸椎;腰椎;静脉血栓形成;危险因素;Logistic 模型

**Analysis of risk factors for lower limb deep venous thrombosis in the perioperative period of high-energy thoracolumbar fractures**

WANG Haiying, ZHANG Zipeng, LYU Bing

基金项目:保定市科技计划项目(2041ZF100)

通讯作者:吕冰 E-mail:742623134@qq.com

Baoding No. 1 Central Hospital, Baoding 071000, Hebei, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the risk factors for lower limb deep venous thrombosis (LDVT) in the perioperative period of high-energy thoracolumbar fractures. **Methods:** Four hundred and twenty-nine patients who underwent surgery for treatment of high-energy thoracolumbar fractures were selected, and the information including age, gender, body mass index (BMI), whether combined with hypertension, whether combined with diabetes, whether combined with coronary heart disease (CHD), preoperative and postoperative American Spinal Injury Association (ASIA) neurological classification of spinal cord injury, duration from fracture to surgery, bed rest time, plasma D-dimer level, plasma fibrinogen level, thrombin time (TT), activated partial thromboplastin time (APTT), prothrombin time (PT), serum high density lipoprotein (HDL) level, serum low density lipoprotein (LDL) level, platelet count, coefficient of variation of red cell volume distribution width (RDW - CV), operative time, blood loss, volume of intravenous fluid infusion, blood transfusion or not and drainage volume was extracted from the Electronic Medical Record System (EMRS). The patients were divided into preoperative LDVT group (62 cases) and preoperative non-LDVT group (367 cases) according to whether LDVT was found before the surgery, and the patients were divided into postoperative LDVT group (83 cases) and postoperative non-LDVT group (346 cases) according to whether LDVT was found after the surgery. Single-factor analysis was performed on the information of patients in preoperative LDVT group and preoperative non-LDVT group, and those in postoperative LDVT group and postoperative non-LDVT group respectively, followed by multi-factor logistic regression analysis on the factors with significant differences between groups. **Results:** The differences were statistically significant between preoperative LDVT group and preoperative non-LDVT group in age, preoperative ASIA neurological classification of spinal cord injury, duration from fracture to surgery, plasma D - dimer level and RDW - CV ( $t = 2.960, P = 0.004; \chi^2 = 12.161, P = 0.007; t = 9.040, P = 0.000; Z = -6.771, P = 0.000; Z = -7.030, P = 0.000$ ). There was no statistical difference in gender, BMI, whether combined with hypertension, whether combined with diabetes, whether combined with CHD, plasma fibrinogen level, TT, APTT, PT, serum level of HDL, serum level of LDL and platelet count between preoperative LDVT group and preoperative non-LDVT group ( $\chi^2 = 0.104, P = 0.747; t = 0.734, P = 0.460; \chi^2 = 0.042, P = 0.838; \chi^2 = 0.762, P = 0.383; \chi^2 = 0.449, P = 0.503; Z = -0.640, P = 0.522; Z = -1.250, P = 0.211; Z = -0.203, P = 0.839; Z = -1.691, P = 0.091; Z = -1.146, P = 0.252; Z = -0.839, P = 0.401; Z = -1.589, P = 0.112$ ). The results of logistic regression analysis revealed that the duration from fracture to surgery, preoperative ASIA neurological classification of spinal cord injury (Grade A) and plasma D - dimer level were the risk factors for LDVT in patients with high-energy thoracolumbar fractures before the surgery ( $\beta = 0.137, P = 0.001, OR = 1.147; \beta = 2.117, P = 0.000, OR = 8.308; \beta = 0.187, P = 0.000, OR = 1.205$ ). The differences were statistically significant between postoperative LDVT group and postoperative non-LDVT group in age, postoperative ASIA neurological classification of spinal cord injury, bed rest time, plasma D - dimer level, plasma fibrinogen level, operative time, blood loss, volume of intravenous fluid infusion, blood transfusion or not and drainage volume ( $t = 4.780, P = 0.000; \chi^2 = 15.902, P = 0.001; Z = -4.422, P = 0.000; Z = -7.078, P = 0.000; Z = -8.486, P = 0.000; Z = -4.692, P = 0.000; Z = -4.346, P = 0.000; Z = -2.628, P = 0.009; \chi^2 = 10.298, P = 0.005; Z = -2.777, P = 0.005$ ). There was no statistical difference in gender, BMI, whether combined with hypertension, whether combined with diabetes, whether combined with CHD, TT, APTT and PT between postoperative LDVT group and postoperative non-LDVT group ( $\chi^2 = 0.892, P = 0.345; t = 1.550, P = 0.122; \chi^2 = 1.212, P = 0.271; \chi^2 = 0.004, P = 0.948; \chi^2 = 0.049, P = 0.825; Z = -0.870, P = 0.384; Z = -0.637, P = 0.524; Z = -0.228, P = 0.819$ ). The results of logistic regression analysis revealed that the age, postoperative ASIA neurological classification of spinal cord injury (Grade A), bed rest time, plasma D - dimer level, plasma fibrinogen level and blood transfusion were the risk factors for LDVT in patients with high-energy thoracolumbar fractures after the surgery ( $\beta = 0.041, P = 0.006, OR = 1.042; \beta = 2.239, P = 0.000, OR = 10.374; \beta = 0.159, P = 0.008, OR = 1.172; \beta = 0.591, P = 0.000, OR = 1.805; \beta = 0.428, P = 0.000, OR = 1.535; \beta = 0.708, P = 0.036, OR = 2.030$ ). **Conclusion:** For patients with high-energy thoracolumbar fractures, the duration from fracture to surgery, preoperative ASIA neurological classification of spinal cord injury (Grade A) and plasma D - dimer level are the risk factors for LDVT before the surgery; while the age, postoperative ASIA neurological classification of spinal cord injury (Grade A), bed rest time, plasma D - dimer level, plasma fibrinogen level and blood transfusion are the risk factors for LDVT after the surgery.

**Keywords** spinal fractures; thoracic vertebrae; lumbar vertebrae; venous thrombosis; risk factors; Logistic models

下肢深静脉血栓形成 (deep venous thrombosis, DVT) 是创伤骨折患者围手术期的常见并发症<sup>[1]</sup>。下肢 DVT 的主要临床表现为下肢肿胀、疼痛, 且可能引

起肺栓塞, 甚至导致死亡<sup>[2-3]</sup>。一直以来, 老年髋部骨折手术及髌膝关节置换术围手术期下肢 DVT 的预防与治疗是临床研究的重点<sup>[4-5]</sup>。然而, 对于由于高

处坠落伤、交通事故伤等高能损伤导致的胸腰椎骨折,临床多采用手术治疗,且患者须卧床制动,此类患者亦是下肢 DVT 的高发人群。因此,明确高能胸腰椎骨折患者围手术期下肢 DVT 的危险因素,对于预防下肢 DVT 的发生和提高临床疗效具有重要意义。为此,我们分析了高能胸腰椎骨折围手术期下肢 DVT 的危险因素,现总结报告如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料** 选取 2016 年 10 月至 2019 年 11 月在保定市第一中心医院住院治疗的高能胸腰椎骨折患者的病例资料为研究对象。试验方案经医院医学伦理委员会审查通过。

**1.2 纳入标准** ①确诊为胸腰椎骨折患者;②年龄 > 18 岁;③致伤原因为高处坠落伤、交通事故伤等高能损伤;④采用手术治疗;⑤病例资料完整。

**1.3 排除标准** ①凝血功能异常者;②合并除胸腰椎外其他部位骨折者;③病例资料存在常识性或逻辑性错误者。

## 2 方法

**2.1 围手术期下肢 DVT 防治方法** 患者入院后常规应用 Caprini 静脉血栓形成风险评估量表<sup>[6]</sup>评估下肢 DVT 风险,对于下肢 DVT 高风险患者,采取皮下注射低分子肝素钙(每日 1 次,每次 4100 单位)和踝泵训练(每天 2 次,每次 20 min)预防血栓。于术前 1 d 行双下肢深静脉彩超检查,对于彩超检查诊断为下肢 DVT 患者,停止踝泵训练,增加低分子肝素钙注射剂量(每日 2 次,每次 4100 单位)进行抗凝治疗。术前 12 h 及术后 24 h 停止注射低分子肝素钙。于术后 3~5 d 再次行双下肢深静脉彩超检查,对于下肢 DVT 严重者,由血管外科临床医师进行评估,并给予针对性治疗。

**2.2 数据提取方法** 从病历系统中提取纳入研究患者的信息,提取的信息包括年龄、性别、体质量指数、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、术前和术后美国脊柱损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)脊髓损伤神经功能分级、骨折至手术时间、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、凝血酶时间(thrombin time, TT)、活化部分凝血酶原激酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)血

清含量、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)血清含量、血小板计数、红细胞体积分布宽度(red cell volume distribution width, RDW)变异系数、手术时间、出血量、补液量、是否输血、引流量等。

**2.3 分组方法** 按照术前是否发生下肢 DVT 将患者分为术前下肢 DVT 组和术前无下肢 DVT 组,按照术后是否发生下肢 DVT 将患者分为术后下肢 DVT 组和术后无下肢 DVT 组。

**2.4 数据统计方法** 采用 SPSS22.0 统计软件对所得数据进行统计学分析。分别对术前下肢 DVT 组和术前无下肢 DVT 组、术后下肢 DVT 组和术后无下肢 DVT 组患者的相关信息进行单因素分析,然后对其中组间差异有统计学意义的因素分别进行多因素 Logistic 回归分析。2 组患者性别、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、术前和术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级、是否输血的组间比较均采用  $\chi^2$  检验,年龄、体质量指数、骨折至手术时间的组间比较均采用  $t$  检验,D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、TT、APTT、PT、HDL 血清含量、LDL 血清含量、血小板计数、RDW 变异系数、卧床时间、手术时间、出血量、补液量、引流量的组间比较均采用秩和检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 3 结果

**3.1 一般结果** 共纳入高能胸腰椎骨折患者 429 例。男 332 例,女 97 例。年龄 19~76 岁,中位数 47 岁。胸椎骨折 106 例,腰椎骨折 323 例。术前下肢 DVT 患者 62 例,其中近端血栓 2 例、远端血栓 57 例、混合端血栓 3 例;术后下肢 DVT 患者 83 例,其中近端血栓 5 例、远端血栓 66 例、混合端血栓 12 例。术前无下肢 DVT 而术后下肢 DVT 患者 35 例,术前下肢 DVT 而术后无下肢 DVT 患者 14 例。

### 3.2 围手术期下肢 DVT 危险因素的单因素分析结果

**3.2.1 术前下肢 DVT 危险因素的单因素分析结果** 术前下肢 DVT 组 62 例,术前无下肢 DVT 组 367 例。2 组患者的年龄、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级、骨折至手术时间、D-二聚体血浆含量、RDW 变异系数比较,组间差异均有统计学意义;2 组患者的性别、体质量指数、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、纤维蛋白原血浆含量、TT、APTT、PT、HDL 血清含量、LDL 血清含量、血小板计数比较,组间差异均无统计学意义(表 1)。

**3.2.2 术后下肢 DVT 危险因素的单因素分析结果**  
 术后下肢 DVT 组 83 例,术后无下肢 DVT 组 346 例。2 组患者的年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、手术时间、出血量、补液量、是否输血、引流量比较,组间差异均有统计学意义;2 组患者的性别、体质指数、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并冠心病、TT、APTT、PT 比较,组间差异均无统计学意义(表 2)。

### 3.3 下肢 DVT 危险因素的多因素 Logistic 回归分析结果

**3.3.1 术前下肢 DVT 危险因素的多因素 Logistic 回归分析结果**  
 将单因素分析中组间差异有统计学意义的因素作为自变量,将术前是否发生下肢 DVT 作为因变量进行多因素 Logistic 回归分析,相关因素赋值方案见表 3。Logistic 回归分析结果显示,骨折至手术时间、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、D-二聚体血浆含量是高能胸腰椎骨折术前发生下肢 DVT 的危险因素(表 4)。

**3.3.2 术后下肢 DVT 危险因素的多因素 Logistic 回归分析结果**  
 将单因素分析中组间差异有统计学意义的因素作为自变量,将术后是否发生下肢 DVT 作为因变量进行多因素 Logistic 回归分析,相关因素赋值方案见表 5。Logistic 回归分析结果显示,年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、输血是高能胸腰椎骨折术后发生下肢 DVT 的危险因素(表 6)。

## 4 讨论

胸腰椎骨折约占脊柱骨折的 90%<sup>[7]</sup>。高能胸腰椎骨折多由高处坠落伤、交通事故伤等导致,常需手术治疗。Alvarado 等<sup>[8-10]</sup>研究发现,脊柱手术后的下肢 DVT 发生率为 0.3%~31%。临床常采用低分子肝素预防下肢 DVT 的发生,但在围手术期采用低分子肝素需考虑出血和术后硬膜外血肿的发生问题。Al-Dujaili 等<sup>[11]</sup>研究发现,对于需行脊柱手术治疗的,采用穿戴弹力袜、间歇性下肢气压治疗联合注射低分子肝素预防术后下肢 DVT 的发生,术后下

表 1 高能胸腰椎骨折患者术前下肢深静脉血栓形成危险因素的单因素分析结果

组别	样本量/ 例	年龄/ ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别/例		体质量指数/ ( $\bar{x} \pm s$ , $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	合并高血压/例	
			男	女		是	否
术前下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	62	49.2 $\pm$ 11.2	47	15	24.99 $\pm$ 3.06	8	54
术前无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	367	44.7 $\pm$ 11.3	285	82	24.67 $\pm$ 3.21	44	323
检验统计量		$t = 2.960$	$\chi^2 = 0.104$		$t = 0.734$	$\chi^2 = 0.042$	
$P$ 值		0.004	0.747		0.460	0.838	

组别	合并糖尿病/例		合并冠心病/例		术前 ASIA <sup>2)</sup> 脊髓损伤神经功能分级/例				骨折至手术时间/ ( $\bar{x} \pm s$ , d)
	是	否	是	否	A 级	B 级	C 级	D 级	
术前下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	1	61	2	60	23	7	12	20	3.30 $\pm$ 0.91
术前无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	14	353	7	360	78	84	47	158	2.16 $\pm$ 0.92
检验统计量	$\chi^2 = 0.762$		$\chi^2 = 0.449$		$\chi^2 = 12.161$				$t = 9.040$
$P$ 值	0.383		0.503		0.007				0.000

组别	D - 二聚体血浆含量/ ( $M \pm Q$ , $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )		纤维蛋白原血浆含量/ ( $M \pm Q$ , $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )		TT <sup>3)</sup> / ( $M \pm Q$ , s)		APTT <sup>4)</sup> / ( $M \pm Q$ , s)		PT <sup>5)</sup> / ( $M \pm Q$ , s)	
术前下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	2.72 $\pm$ 4.00		3.32 $\pm$ 1.64		13.90 $\pm$ 2.00		28.35 $\pm$ 4.50		12.20 $\pm$ 1.23	
术前无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	0.70 $\pm$ 0.96		3.25 $\pm$ 1.25		14.10 $\pm$ 2.00		28.80 $\pm$ 3.70		11.90 $\pm$ 1.30	
检验统计量	$Z = -6.771$		$Z = -0.640$		$Z = -1.250$		$Z = -0.203$		$Z = -1.691$	
$P$ 值	0.000		0.522		0.211		0.839		0.091	

组别	HDL <sup>6)</sup> 血清含量/ ( $M \pm Q$ , $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )		LDL <sup>7)</sup> 血清含量/ ( $M \pm Q$ , $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )		血小板计数/ ( $M \pm Q$ , $\times 10^9$ 个 $\cdot \text{L}^{-1}$ )		RDW <sup>8)</sup> 变异系数/ ( $M \pm Q$ , %)	
术前下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	1.17 $\pm$ 0.41		2.41 $\pm$ 1.25		197.70 $\pm$ 86.58		14.36 $\pm$ 1.82	
术前无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	1.22 $\pm$ 0.43		2.40 $\pm$ 0.87		187.50 $\pm$ 69.40		13.40 $\pm$ 1.17	
检验统计量	$Z = -1.146$		$Z = -0.839$		$Z = -1.589$		$Z = -7.030$	
$P$ 值	0.252		0.401		0.112		0.000	

1) 深静脉血栓形成;2) 美国脊柱损伤协会;3) 凝血酶时间;4) 活化部分凝血酶原激酶时间;5) 凝血酶原时间;6) 高密度脂蛋白;7) 低密度脂蛋白;8) 红细胞体积分布宽度。

表 2 高能量胸腰椎骨折患者术后下肢深静脉血栓形成危险因素的单因素分析结果

组别	样本量/ 例	年龄/ ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别/例		体质量指数/ ( $\bar{x} \pm s$ , $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	合并高血压/例	
			男	女		是	否
术后下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	83	50.5 $\pm$ 11.2	61	22	25.21 $\pm$ 2.89	13	70
术后无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	346	44.1 $\pm$ 11.1	271	75	24.60 $\pm$ 3.24	39	307
检验统计量		$t = 4.780$	$\chi^2 = 0.892$		$t = 1.550$	$\chi^2 = 1.212$	
$P$ 值		0.000	0.345		0.122	0.271	

组别	合并糖尿病/例		合并冠心病/例		术后 ASIA <sup>2)</sup> 脊髓损伤神经功能分级/例				卧床时间/ ( $M \pm Q$ , d)
	是	否	是	否	A 级	B 级	C 级	D 级	
术后下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	3	80	2	81	31	10	16	26	10 $\pm$ 4
术后无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	12	334	7	339	72	79	44	151	9 $\pm$ 1
检验统计量	$\chi^2 = 0.004$		$\chi^2 = 0.049$		$\chi^2 = 15.902$				$Z = -4.422$
$P$ 值	0.948		0.825		0.001				0.000

组别	D - 二聚体血浆含量/ ( $M \pm Q$ , $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )		纤维蛋白原血浆含量/ ( $M \pm Q$ , $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )		TT <sup>3)</sup> / ( $M \pm Q$ , s)		APTT <sup>4)</sup> / ( $M \pm Q$ , s)		PT <sup>5)</sup> / ( $M \pm Q$ , s)	
	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否
术后下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	2.69 $\pm$ 3.30		2.69 $\pm$ 4.31		13.90 $\pm$ 1.80		28.20 $\pm$ 4.40		11.80 $\pm$ 1.50	
术后无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	0.68 $\pm$ 0.80		0.65 $\pm$ 0.93		14.10 $\pm$ 2.00		28.85 $\pm$ 3.70		11.90 $\pm$ 1.30	
检验统计量	$Z = -7.078$		$Z = -8.486$		$Z = -0.870$		$Z = -0.637$		$Z = -0.228$	
$P$ 值	0.000		0.000		0.384		0.524		0.819	

组别	手术时间/ ( $M \pm Q$ , min)		出血量/ ( $M \pm Q$ , mL)		补液量/ ( $M \pm Q$ , mL)		输血/例		引流量/ ( $M \pm Q$ , mL)	
	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否
术后下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	150 $\pm$ 90		500 $\pm$ 500		2300 $\pm$ 700		51 32		400 $\pm$ 220	
术后无下肢 DVT <sup>1)</sup> 组	125 $\pm$ 45		400 $\pm$ 200		2200 $\pm$ 850		145 201		350 $\pm$ 200	
检验统计量	$Z = -4.692$		$Z = -4.346$		$Z = -2.628$		$\chi^2 = 10.298$		$Z = -2.777$	
$P$ 值	0.000		0.000		0.009		0.001		0.005	

1) 深静脉血栓形成; 2) 美国脊柱损伤协会; 3) 凝血酶时间; 4) 活化部分凝血酶原激酶时间; 5) 凝血酶原时间。

表 3 高能量胸腰椎骨折患者术前下肢深静脉血栓形成的多因素 Logistic 回归分析变量赋值方案

因素	赋值
下肢 DVT	未发生 = 0, 发生 = 1
术前 ASIA <sup>1)</sup> 脊髓损伤神经功能分级	E 级 = 0, D 级 = 1, C 级 = 2, B 级 = 3, A 级 = 4

1) 美国脊柱损伤协会。

表 4 高能量胸腰椎骨折患者术前下肢深静脉血栓形成的多因素 Logistic 回归分析结果

自变量	$\beta$	S. E.	Wald	P	OR	95% CI (OR)	
						下限	上限
骨折至手术时间	0.137	0.041	11.073	0.001	1.147	1.058	1.244
术前 ASIA <sup>1)</sup> 脊髓损伤神经功能分级 (A 级)	2.117	0.354	35.800	0.000	8.308	4.152	16.623
D-二聚体血浆含量	0.187	0.053	12.468	0.000	1.205	1.087	1.337

1) 美国脊柱损伤协会。

表 5 高能量胸腰椎骨折患者术后下肢深静脉血栓形成的多因素 Logistic 回归分析变量赋值方案

因素	赋值
下肢 DVT	未发生 = 0, 发生 = 1
术后 ASIA <sup>1)</sup> 脊髓损伤神经功能分级	E 级 = 0, D 级 = 1, C 级 = 2, B 级 = 3, A 级 = 4
输血	否 = 0, 是 = 1

1) 美国脊柱损伤协会。

表 6 高能量胸腰椎骨折患者术后下肢深静脉血栓形成的多因素 Logistic 回归分析结果

自变量	$\beta$	S. E.	Wald	P	OR	95% CI(OR)	
						下限	上限
年龄	0.041	0.015	7.588	0.006	1.042	1.012	1.073
术后 ASIA <sup>1)</sup> 脊髓损伤神经功能分级(A 级)	2.239	0.405	33.410	0.000	10.374	4.693	22.933
卧床时间	0.159	0.060	7.094	0.008	1.172	1.043	1.317
D-二聚体血浆含量	0.591	0.147	16.138	0.000	1.805	1.353	2.409
纤维蛋白原血浆含量	0.428	0.095	20.205	0.000	1.535	1.273	1.850
输血	0.708	0.337	4.414	0.036	2.030	1.049	3.928

1) 美国脊柱损伤协会。

肢 DVT 的发生率可低至 0.6%, 且未显著增加出血性事件。Wang 等<sup>[12]</sup> 采用低分子肝素预防高能量胸腰椎骨折患者围手术期下肢 DVT 的发生, 术后硬膜外血肿发生率未增加。本研究中的高能量胸腰椎骨折患者, 在围手术期均采用注射低分子肝素钙和踝泵训练预防下肢 DVT, 结果显示术前下肢 DVT 的发生率为 14.45% (62/429), 术后下肢 DVT 的发生率为 19.35% (83/429)。因此, 对于高能量胸腰椎骨折患者, 应高度重视围手术期下肢 DVT 的预防。患者入院后, 应积极评估下肢 DVT 的发生风险, 并采取措施预防下肢 DVT 的发生; 对于下肢 DVT 高风险患者, 术前须进行双下肢深静脉彩超检查, 并采取有效的抗凝治疗。

下肢 DVT 发生的主要诱因包括血管内皮损伤、静脉血流缓慢及血液高凝状态<sup>[13]</sup>。高能量胸腰椎骨折患者常需卧床制动, 因而血流缓慢、血液瘀滞; 骨折损伤及手术均会导致血液高凝状态。因此, 高能量胸腰椎骨折患者发生下肢 DVT 的风险较高。本研究结果显示, 骨折至手术时间、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、D-二聚体血浆含量是高能量胸腰椎骨折术前发生下肢 DVT 的危险因素。Zhang 等<sup>[14]</sup> 比较了骨折至手术时间小于 72 h 与大于 72 h 的髋部骨折患者的术前下肢 DVT 发生率, 结果显示前者的术前下肢 DVT 发生率低于后者约 11.85%。Xia 等<sup>[15]</sup> 研究发现, 骨折至手术时间超过 7 d 的股骨颈骨折患者的术前下肢 DVT 的发生率是骨折至手术时间小于 7 d 患者的 1 倍。对于高能量胸腰椎骨折患者, 应尽早入院接受规范化的 DVT 风险评估及抗凝治疗, 并尽早手术。由于损伤节段以下肢体感觉、运动功能完全丧失, ASIA 脊髓损伤神经功能分级为 A 级的患者, 基本处于瘫痪状态, 肌肉泵功能会逐渐丧失。一方面由于长期卧床, 静脉血血流缓慢; 另一方面由于下肢肌张力的减弱, 下肢静脉失去支撑, 血管内径变窄; 进而导致局部血液涡流的形成, 增加了发生下肢 DVT

的风险<sup>[16]</sup>。对于长期卧床的高能量胸腰椎骨折患者, 可以通过下肢气压治疗等措施降低下肢 DVT 的发生率。D-二聚体是纤维蛋白的降解产物, 与 DVT 密切相关; 其血浆含量是临床上诊断 DVT 常用的检测指标<sup>[17-18]</sup>。Song 等<sup>[17]</sup> 研究发现, 以  $2.79 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为临界值的 D-二聚体血浆含量诊断股骨颈骨折患者术前 DVT 的敏感度和特异度分别为 71.4% 和 78.6%。

在本研究中, 年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、输血是术后发生下肢 DVT 的危险因素, 相较于术前发生下肢 DVT 的危险因素, 增加了年龄、卧床时间、纤维蛋白原血浆血清含量、输血等因素。长期卧床导致下肢活动量减少, 肌肉泵功能减弱, 导致静脉血流速降低, 进而诱发下肢 DVT。纤维蛋白原是纤维蛋白的前体, 在血液凝固过程中, 可溶性纤维蛋白原转变成不溶性纤维蛋白发挥作用, 其血清含量与下肢 DVT 的发生关系密切。输血能够导致血液黏度增加, 导致局部血液流变学指标改变, 引起红细胞和血小板聚集, 进而诱发 DVT<sup>[19-20]</sup>; 而输血导致红细胞数量增多, 也会增加血管内皮细胞粘附, 进而诱发血栓形成<sup>[21]</sup>。因此, 高能量胸腰椎骨折患者应尽早手术、尽早开展术后功能锻炼, 尽量减少卧床时间, 预防下肢 DVT 的发生; 临床医师应关注患者 D-二聚体血浆含量及纤维蛋白原血清含量, 对于 D-二聚体血浆含量及纤维蛋白原血清含量升高患者, 积极采用有效措施防治下肢 DVT; 此外, 还可以通过术前增加患者饮食、应用促红素等措施增加患者血量, 减少或避免术中输血, 降低输血诱发下肢 DVT 的风险。

本研究结果显示, 骨折至手术时间、术前 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、D-二聚体血浆含量是高能量胸腰椎骨折术前发生下肢 DVT 的危险因素; 年龄、术后 ASIA 脊髓损伤神经功能分级(A 级)、卧床时间、D-二聚体血浆含量、纤维蛋白原血浆含量、

输血是术后发生下肢 DVT 的危险因素。

### 参考文献

- [1] WANG P, KANDEMIR U, ZHANG B, et al. Incidence and risk factors of deep vein thrombosis in patients with pelvic and acetabular fractures[J/OL]. Clin Appl Thromb Hemost, 2019, 25 [2021-06-08]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6714909/>.
- [2] KARCUTSKIE C A, MEIZOSO J P, RAY J J, et al. Association of mechanism of injury with risk for venous thromboembolism after trauma[J]. JAMA Surg, 2017, 152(1): 35-40.
- [3] ZHANG W, HUAI Y, WANG W, et al. A Retrospective cohort study on the risk factors of deep vein thrombosis(DVT) for patients with traumatic fracture at Honghui Hospital[J/OL]. BMJ Open, 2019, 9(3) [2021-06-08]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6443064/>.
- [4] XING F, LI L, LONG Y, et al. Admission prevalence of deep vein thrombosis in elderly Chinese patients with hip fracture and a new predictor based on risk factors for thrombosis screening[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 444.
- [5] MARKOVIC - DENIC L, ZIVKOVIC K, LESIC A, et al. Risk factors and distribution of symptomatic venous thromboembolism in total hip and knee replacements: prospective study[J]. Int Orthop, 2012, 36(6): 1299-1305.
- [6] KRAUSS E S, SEGAL A, CRONIN M, et al. Implementation and validation of the 2013 Caprini score for risk stratification of arthroplasty patients in the prevention of venous thrombosis[J/OL]. Clin Appl Thromb Hemost, 2019, 25 [2021-06-08]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6714918/>.
- [7] GHOBRIAL G M, MAULUCCI C M, MALTENFORT M, et al. Operative and nonoperative adverse events in the management of traumatic fractures of the thoracolumbar spine: a systematic review[J]. Neurosurg Focus, 2014, 37(1): E8.
- [8] ALVARADO A M, PORTO G B F, WESSELL J, et al. Venous thromboprophylaxis in spine surgery[J]. Global Spine J, 2020, 10(1 Suppl): S65-S70.
- [9] LEON L, RODRIGUEZ H, TAWK R G, et al. The prophylactic use of inferior vena cava filters in patients undergoing high-risk spinal surgery[J]. Ann Vasc Surg, 2005, 19(3): 442-447.
- [10] SEBASTIAN A S, CURRIER B L, KAKAR S, et al. Risk factors for venous thromboembolism following thoracolumbar surgery: analysis of 43,777 Patients from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program 2005 to 2012[J]. Global Spine J, 2016, 6(8): 738-743.
- [11] AL - DUJAILI T M, MAJER C N, MADHOUN T E, et al. Deep venous thrombosis in spine surgery patients: incidence and hematoma formation[J]. Int Surg, 2012, 97(2): 150-154.
- [12] WANG H, PEI H, DING W, et al. Risk factors of postoperative deep vein thrombosis(DVT) under low molecular weight heparin(LMWH) prophylaxis in patients with thoracolumbar fractures caused by high-energy injuries[J]. J Thromb Thrombolysis, 2021, 51(2): 397-404.
- [13] ROTA E, VALLISA D, MORELLI N, et al. Iatrogenic coagulopathy and the development of posterior reversible encephalopathy syndrome after l-asparaginase chemotherapy[J]. J Clin Imaging Sci, 2016, 6: 7.
- [14] ZHANG B F, WEI X, HUANG H, et al. Deep vein thrombosis in bilateral lower extremities after hip fracture: a retrospective study of 463 patients[J]. Clin Interv Aging, 2018, 13: 681-689.
- [15] XIA Z N, XIAO K, ZHU W, et al. Risk assessment and management of preoperative venous thromboembolism following femoral neck fracture[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1): 291.
- [16] SABERI H, GHAJARZADEH M. Emotional intelligence in patients with spinal cord injury(SCI)[J]. Iran J Public Health, 2017, 46(5): 677-681.
- [17] SONG K, YAO Y, RONG Z, et al. The preoperative incidence of deep vein thrombosis(DVT) and its correlation with postoperative DVT in patients undergoing elective surgery for femoral neck fractures[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2016, 136(10): 1459-1464.
- [18] KE L, CUI S, CHEN S, et al. Dynamics of D-dimer in non-small cell lung cancer patients receiving radical surgery and its association with postoperative venous thromboembolism[J]. Thorac Cancer, 2020, 11(9): 2483-2492.
- [19] JIANG T, SONG K, YAO Y, et al. Perioperative allogenic blood transfusion increases the incidence of postoperative deep vein thrombosis in total knee and hip arthroplasty[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 235.
- [20] YAN Y, ZHANG B, YANG J, et al. The perioperative deep vein thrombosis in lower extremities in patients with pelvic fracture: a case-control study[J/OL]. Clin Appl Thromb Hemost, 2021, 27 [2021-06-12]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8317243/>.
- [21] GOEL R, PATEL E U, CUSHING M M, et al. Association of perioperative red blood cell transfusions with venous thromboembolism in a north American registry[J]. JAMA Surg, 2018, 153(9): 826-833.

(收稿日期: 2021-08-07 本文编辑: 吕宁)