

· 论著 ·

D-二聚体对成年烧伤患者下肢深静脉血栓形成的预测价值

张伟¹ 刘宝辉¹ 夏成德² 丘宁宁¹ 娄季鹤² 狄海萍² 薛继东² 李刚¹¹郑州市第一人民医院介入科, 郑州 450004; ²郑州市第一人民医院烧伤科, 郑州 450004

通信作者: 夏成德, Email: xiachengde@tom.com



【摘要】 目的 探讨 D-二聚体对成年烧伤患者并发下肢深静脉血栓形成(DVT)的预测价值。方法 采用回顾性病例系列研究方法。收集 2015 年 1 月 1 日—2019 年 12 月 31 日郑州市第一人民医院烧伤科收治的符合入选标准的 3 861 例成年烧伤患者的临床资料。按住院期间是否并发下肢 DVT, 将患者分为 DVT 组(77 例)和非 DVT 组(3 784 例), 收集并比较 2 组患者的性别、年龄、烧伤总面积、D-二聚体水平, 入院时有无下肢烧伤、吸入性损伤, 住院期间是否并发脓毒症/感染性休克及有无股静脉留置中心静脉导管(CVC)、外科手术史、输注浓缩红细胞。对数据行独立样本 *t* 检验、Mann-Whitney *U* 检验、 χ^2 检验。选取组间比较差异具有统计学意义的指标进行多因素 logistic 回归分析, 筛选 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素。绘制独立危险因素预测 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的受试者操作特征(ROC)曲线, 计算曲线下面积(AUC)、最佳阈值及最佳阈值下的敏感度、特异度。采用 DeLong 检验对 AUC 的质量进行比较, 采用 χ^2 检验对最佳阈值下的敏感度和特异度进行比较。结果 2 组患者性别及住院期间脓毒症/感染性休克发生情况、外科手术史比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$); 2 组患者年龄、烧伤总面积、D-二聚体水平, 入院时下肢烧伤情况、吸入性损伤情况, 住院期间股静脉留置 CVC 和输注浓缩红细胞情况比较, 差异均有统计学意义($t=-8.17$, Z 值分别为 -5.04 、 -10.83 , χ^2 值分别为 21.83 、 5.37 、 7.75 、 4.52 , $P<0.05$ 或 $P<0.01$)。多因素 logistic 回归分析显示, 年龄、烧伤总面积和 D-二聚体水平均是 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素(比值比分别为 1.05 、 1.02 、 1.14 , 95% 置信区间分别为 $1.04\sim 1.06$ 、 $1.00\sim 1.03$ 、 $1.10\sim 1.20$, $P<0.05$ 或 $P<0.01$)。年龄、烧伤总面积和 D-二聚体水平预测 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的 ROC 的 AUC 分别为 0.74 、 0.67 、 0.86 (95% 置信区间分别为 $0.68\sim 0.80$ 、 $0.60\sim 0.74$ 、 $0.83\sim 0.89$, P 值均 <0.01), 最佳阈值分别为 50.5 岁、10.5% 体表总面积、1.845 mg/L, 最佳阈值下的敏感度分别为 71.4%、70.1%、87.0%, 最佳阈值下的特异度分别为 66.8%、67.2%、72.9%。D-二聚体水平的 AUC 质量及最佳阈值下的敏感度、特异度均优于年龄($z=3.29$, χ^2 值分别为 284.91 、 34.25 , $P<0.01$)和烧伤总面积($z=4.98$, χ^2 值分别为 326.79 、 29.88 , $P<0.01$), 年龄、烧伤总面积间的 AUC 质量及最佳阈值下的敏感度、特异度均相近($P>0.05$)。结论 D-二聚体水平是成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素, 其 AUC 质量及最佳阈值下的敏感度、特异度优于年龄和烧伤总面积, 对成年烧伤患者并发下肢 DVT 具有较好预测价值。

【关键词】 烧伤; 下肢; 静脉血栓形成; 预测; D-二聚体

基金项目: 河南省医学科技攻关联合共建项目(LHGJ20191001)

Predictive value of D-dimer for deep venous thrombosis of lower extremity in adult burn patients

Zhang Wei¹, Liu Baohui¹, Xia Chengde², Qiu Ningning¹, Lou Jihe², Di Haiping², Xue Jidong², Li Gang¹¹Department of Interventional Radiology, Zhengzhou First People's Hospital, Zhengzhou 450004, China;²Department of Burns, Zhengzhou First People's Hospital, Zhengzhou 450004, China

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201021-00444

本文引用格式: 张伟, 刘宝辉, 夏成德, 等. D-二聚体对成年烧伤患者下肢深静脉血栓形成的预测价值[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2022, 38(4): 335-340. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201021-00444.

Zhang W, Liu BH, Xia CD, et al. Predictive value of D-dimer for deep venous thrombosis of lower extremity in adult burn patients[J]. Chin J Burns Wounds, 2022, 38(4): 335-340. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20201021-00444.



Corresponding author: Xia Chengde, Email: xiachengde@tom.com

【 Abstract 】 Objective To investigate the predictive value of D-dimer for deep venous thrombosis (DVT) of lower extremity in adult burn patients. **Methods** A retrospective case series study was conducted. The clinical data of 3 861 adult burn patients who met the inclusion criteria and were admitted to the Department of Burns of Zhengzhou First People's Hospital from January 1, 2015 to December 31, 2019 were collected. The patients were divided into DVT group ($n=77$) and non-DVT group ($n=3 784$) according to whether DVT of lower extremity occurred during hospitalization or not. Data of patients in the two groups were collected and compared, including the gender, age, total burn area, D-dimer level, with lower limb burn and inhalation injury or not on admission, with sepsis/septic shock, femoral vein indwelling central venous catheter (CVC), history of surgery, and infusion of concentrated red blood cells or not during hospitalization. Data were statistically analyzed with independent sample t test, Mann-Whitney U test, and chi-square test. The indicators with statistically significant differences between the two groups were analyzed with multivariate logistic regression analysis to screen the independent risk factors for DVT of lower extremity in 3 861 adult burn patients. The receiver operating characteristic (ROC) curve of the independent risk factors predicting DVT of lower extremity in 3 861 adult burn patients were drawn, and the area under the curve (AUC), the optimal threshold value, and the sensitivity and specificity under the optimal threshold value were calculated. The quality of the AUC was compared by DeLong test, and the sensitivity and specificity under the optimal threshold value were compared using chi-square test. **Results** There were no statistically significant differences in gender, occurrence of sepsis/septic shock or history of surgery during hospitalization between patients in the two groups ($P>0.05$), while there were statistically significant differences in age, total burn area, D-dimer level, lower limb burn and inhalation injury on admission, and femoral vein indwelling CVC and infusion of concentrated red blood cells during hospitalization between patients in the two groups ($t=-8.17$, with Z values of -5.04 and -10.83 , respectively, χ^2 values of 21.83, 5.37, 7.75, and 4.52, respectively, $P<0.05$ or $P<0.01$). Multivariate logistic regression analysis showed that age, total burn area, and D-dimer level were the independent risk factors for DVT of lower extremity in 3 861 adult burn patients (with odds ratios of 1.05, 1.02, and 1.14, respectively, 95% confidence intervals of 1.04–1.06, 1.00–1.03, and 1.10–1.20, respectively, $P<0.05$ or $P<0.01$). The AUCs of ROC of age, total burn area, and D-dimer level for predicting DVT of lower extremity in 3 861 adult burn patients were 0.74, 0.67, and 0.86, respectively (with 95% confidence intervals of 0.68–0.80, 0.60–0.74, and 0.83–0.89, respectively, P values <0.01), the optimal threshold values were 50.5 years old, 10.5% total body surface area, and 1.845 mg/L, respectively, the sensitivity under the optimal threshold values were 71.4%, 70.1%, and 87.0%, respectively, and the specificity under the optimal threshold values were 66.8%, 67.2%, and 72.9%, respectively. The AUC quality and sensitivity and specificity under the optimal threshold value of D-dimer level were significantly better than those of age ($z=3.29$, with χ^2 values of 284.91 and 34.25, respectively, $P<0.01$) and total burn area ($z=4.98$, with χ^2 values of 326.79 and 29.88, respectively, $P<0.01$), while the AUC quality and sensitivity and specificity under the optimal threshold values were similar between age and total burn area ($P>0.05$). **Conclusions** D-dimer level is an independent risk factor for DVT of lower extremity in adult burn patients, its AUC quality and sensitivity and specificity under the optimal threshold value are better than those of age and total burn area, and it has good predictive value for DVT of lower extremity in adult burn patients.

【 Key words 】 Burns; Lower extremity; Venous thrombosis; Forecasting; D-dimer

Fund program: Joint Construction Project of Medical Science and Technology in Henan Province of China (LHGJ20191001)

临床医师往往根据患者症状、体征来判断患者是否合并深静脉血栓形成(DVT),而下肢烧伤患者往往有下肢肿胀、疼痛、皮肤温度升高、Homans征阳性等类似于DVT的症状、体征,加之下肢创面被敷料包裹不便于医师观察体征变化,因此仅仅依据烧伤患者症状、体征来诊断DVT是不可靠的^[1-2]。D-二聚体是纤维蛋白复合物溶解时产生的降解产物,是诊断DVT的较佳生物标志物之一,可用于急性DVT的筛查、特殊情况下DVT的诊断、溶栓疗效评估和DVT复发的危险程度评估^[3]。D-二聚体在骨科、神

经内科等学科中对DVT的预测价值已得到证实^[4-7],而针对烧伤患者的相关研究较少。本回顾性病例系列研究旨在探讨D-二聚体对成年烧伤患者下肢DVT的预测价值。

1 对象与方法

本研究经郑州市第一人民医院伦理委员会批准,批号:20190520。

1.1 入选标准

纳入标准:(1)各种原因导致的烧伤;(2)年龄 \geq

18 岁,性别不限;(3)住院时间 ≥ 24 h;(4)至少行 1 次下肢静脉彩色多普勒超声检查者。排除标准:(1)入院 72 h 内死亡;(2)慢性创面(除烧伤导致的慢性创面外)、冻伤、以瘢痕整复为治疗目的的烧伤后瘢痕增生者;(3)合并下肢、骨盆、脊柱骨折或脱位者;(4)既往有 DVT 病史者。

1.2 临床资料

2015 年 1 月 1 日—2019 年 12 月 31 日,郑州市第一人民医院烧伤科收治的 3 861 例患者符合入选标准,纳入本研究。患者中男 2 543 例、女 1 318 例;年龄 18~102 岁,中位年龄 44 岁;火焰烧伤者 2 105 例、电击伤者 283 例、热液烫伤者 1 003 例、其他原因致伤者 470 例。本组烧伤患者 DVT 发生率为 1.99% (77/3 861);DVT 确诊时间为伤后 3~147 d,其中伤后 3 周之内确诊 DVT 者占 57.1% (44/77)。DVT 累及单纯左侧下肢者 32 例、单纯右侧下肢者 22 例、双侧下肢者 23 例,共累及 100 条下肢,包括中央型 10 条、混合型 20 条、周围型 70 条。53.2% (41/77) 的患者系无症状 DVT,均为肌间静脉血栓。

1.3 分组、统计指标及检测方法

按照患者住院期间是否经下肢静脉彩色多普勒超声检查确诊为 DVT,将患者分为 DVT 组 (77 例) 和非 DVT 组 (3 784 例)。DVT 的超声表现:静脉管腔内血流信号充盈缺损,呈实性回声,被探头压迫后管腔不消失且腔内回声增强,血流频谱失去期相性改变,乏氏反应减弱或消失,挤压远端肢体呈现血流增强消失或减弱。

收集并比较 2 组患者基本资料、伤情及住院期间相关指标,包括:(1)性别、年龄;(2)烧伤总面积,入院时有无下肢烧伤、吸入性损伤;(3)住院期间是否并发脓毒症/感染性休克,D-二聚体水平,有无股静脉留置中心静脉导管(CVC)、外科手术史及输注浓缩红细胞。DVT 组患者 D-二聚体水平为诊断 DVT 时的水平,非 DVT 组患者 D-二聚体水平为住院期间检测的最高水平。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计软件及 MedCalc 20.0.14 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料数据以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料数据以频数表示,组间比较采用 χ^2 检验。将组间比较差异有统计学意义的指标纳入多因素 logistic 回归分析,筛

选 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素。绘制独立危险因素预测 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的受试者操作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC)和最佳阈值及最佳阈值下的敏感度、特异度。采用 Delong 检验对前述 AUC 的质量进行比较,采用 χ^2 检验对最佳阈值下的敏感度和特异度进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者临床资料比较

2 组患者性别及住院期间脓毒症/感染性休克发生情况、外科手术史比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$);2 组患者年龄、烧伤总面积、D-二聚体水平,入院时下肢烧伤情况、吸入性损伤情况,住院期间股静脉留置 CVC 和输注浓缩红细胞情况比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。见表 1。

2.2 成年烧伤患者并发 DVT 的独立危险因素

以是否并发 DVT (是=1,否=0)为因变量,以单因素分析中差异具有统计学意义的指标为自变量,将年龄、烧伤总面积、D-二聚体水平以原始值带入,将无下肢烧伤、股静脉留置 CVC、吸入性损伤和输注浓缩红细胞等情况赋值为 0,有上述情况赋值为 1,进行多因素 logistic 回归分析。结果显示年龄、烧伤总面积和 D-二聚体水平均是 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),下肢烧伤情况、股静脉留置 CVC 情况、吸入性损伤情况和输注浓缩红细胞情况均不是 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 独立危险因素对成年烧伤患者并发下肢 DVT 的预测价值与相关指标比较

年龄、烧伤总面积和 D-二聚体水平预测 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的 ROC 的 AUC 分别为 0.74、0.67、0.86 (95% 置信区间分别为 0.68~0.80、0.60~0.74、0.83~0.89, P 值均 < 0.001),最佳阈值分别为 50.5 岁、10.5% TBSA 和 1.845 mg/L,最佳阈值下的敏感度分别为 71.4%、70.1%、87.0%,最佳阈值下的特异度分别为 66.8%、67.2%、72.9%。见图 1。

D-二聚体水平的 AUC 质量及最佳阈值下的敏感度、特异度均优于年龄和烧伤总面积 ($P < 0.01$);年龄、烧伤总面积间的 AUC 质量及最佳阈值下的敏感度、特异度均相近 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 1 2 组成成年烧伤患者临床资料比较

组别	例数	性别[例(%)]		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	烧伤总面积 [%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$]	下肢烧伤[例(%)]		股静脉留置 CVC[例(%)]	
		男	女			有	无	有	无
非 DVT 组	3 784	2 508(66.3)	1 276(33.7)	44±16	7.00(4.00, 17.00)	1 737(45.9)	2 047(54.1)	241(6.4)	3 543(93.6)
DVT 组	77	45(58.4)	32(41.6)	59±17	16.00(8.00, 45.00)	56(72.7)	21(27.3)	11(14.3)	66(85.7)
统计量值		$\chi^2=2.07$		$t=-8.17$	$Z=-5.04$	$\chi^2=21.83$		$\chi^2=7.75$	
P 值		0.150		<0.001	<0.001	<0.001		0.016	

组别	例数	吸入性损伤 [例(%)]		脓毒症/感染性休克 [例(%)]		D-二聚体水平 [mg/L, $M(Q_1, Q_3)$]	外科手术史 [例(%)]		输注浓缩红细胞 [例(%)]	
		有	无	有	无		有	无	有	无
非 DVT 组	3 784	610(16.1)	3 174(83.9)	119(3.1)	3 665(96.9)	0.80(0.53, 2.03)	1 120(29.6)	2 664(70.4)	516(13.6)	3 268(86.4)
DVT 组	77	20(26.0)	57(74.0)	5(6.5)	72(93.5)	3.81(2.79, 6.92)	30(39.0)	47(61.0)	17(22.1)	60(77.9)
统计量值		$\chi^2=5.37$		$\chi^2=2.72$		$Z=-10.83$	$\chi^2=3.16$		$\chi^2=4.52$	
P 值		0.028		0.100		<0.001	0.079		0.044	

注: DVT 为深静脉血栓形成, TBSA 为体表总面积, CVC 为中心静脉导管; DVT 组、非 DVT 组 D-二聚体水平分别为诊断 DVT 时的水平、住院期间检测的最高水平; 股静脉留置 CVC、脓毒症/感染性休克、外科手术史及输注浓缩红细胞情况为住院期间统计, 其余指标为入院时统计

表 2 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的多因素 logistic 回归分析结果

因素	偏回归系数	标准误差	比值比	95% 置信区间	P 值
年龄(岁)	0.05	0.01	1.05	1.04~1.06	<0.001
烧伤总面积(%TBSA)	0.02	0.01	1.02	1.00~1.03	0.021
下肢烧伤情况	0.23	0.31	1.26	0.68~2.33	0.461
股静脉留置 CVC 情况	-0.68	0.46	0.50	0.20~1.25	0.138
吸入性损伤情况	0.55	0.30	1.73	0.95~3.15	0.071
D-二聚体水平(mg/L)	0.13	0.02	1.14	1.10~1.20	<0.001
输注浓缩红细胞情况	0.44	0.30	1.55	0.87~2.77	0.139

注: DVT 为深静脉血栓形成, TBSA 为体表总面积, CVC 为中心静脉导管

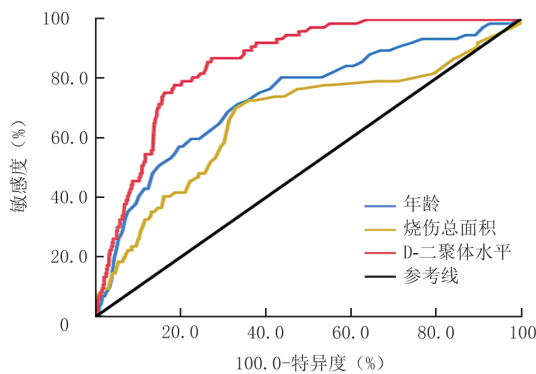


图 1 3 种独立危险因素预测 3 861 例成年烧伤患者并发下肢深静脉血栓形成的受试者操作特征曲线

3 讨论

静脉损伤、血流缓慢、血液高凝状态是公认的引起 DVT 的主要因素, 烧伤作为一种应激原, 可引起组织凝血活酶释放入血, 激活凝血因子, 且激活

的程度随烧伤严重程度增加而增加, 凝血因子增多使血液呈高凝状态^[2,8], 可能会增加 DVT 的风险^[9-12]。D-二聚体是交联纤维蛋白在纤溶系统作用下产生的可溶性降解产物, 其质量浓度高于正常范围可反映体内处于高凝状态和继发性纤溶亢进, 因此, D-二聚体水平对血栓性疾病的诊断、抗凝药物的疗效评估和预后判断具有重要意义^[9]。有关烧伤后凝血功能检测的临床研究^[1-2,13]及动物实验^[14-15]结果显示, 烧伤后血清 D-二聚体浓度增加, 机体凝血功能受到严重影响。

因血液高凝状态导致的 D-二聚体水平增高在烧伤患者, 尤其是合并创面感染、菌血症、肺炎等患者中多见, 因此烧伤科医师在临床工作中可能会对 D-二聚体水平的增高“习以为常”, 从而忽略了对 DVT 的筛查。针对 D-二聚体在烧伤患者并发 DVT 筛查中的价值尚存在争论, Wahl 等^[2]认为 D-二聚体是预测烧伤患者并发 DVT 的有效指标(其敏感度和特异度分别为 86.0% 和 64.0%), 烧伤后 7 d 的 D-二聚体水平是有价值的筛查 DVT 的指标。但有学者因 D-二聚体水平在烧伤患者并发 DVT 预警中的特异度及预测阈值低, 而否认其在烧伤并发 DVT 筛查中的价值^[1]。

2 项关于烧伤并发 DVT 的前瞻性研究均以超声作为筛查工具^[16-17], 但是以超声筛查 DVT 流程烦琐且费用较高, 而 D-二聚体水平检测相对简便、快捷且费用低。近年来, 多项研究均证实 D-二聚体水平是预测烧伤患者并发 DVT 的独立危险因素, 严密监测其水平有助于预测 DVT 发生的风险^[18-19]。本研究

表 3 3 种独立危险因素预测 3 861 例成年烧伤患者并发下肢深静脉血栓形成的受试者操作特征曲线的曲线下面积质量及最佳阈值下敏感度和特异度比较

对比因素	曲线下面积					敏感度		特异度	
	曲线下面积 差值	标准误	95% 置信区间	z 值	P 值	χ^2 值	P 值	χ^2 值	P 值
D-二聚体与年龄	0.12	0.04	0.05~0.19	3.29	0.001	284.91	<0.001	34.25	<0.001
D-二聚体与烧伤总面积	0.19	0.04	0.12~0.27	4.98	<0.001	326.79	<0.001	29.88	<0.001
年龄与烧伤总面积	0.07	0.05	-0.02~0.17	1.49	0.137	1.57	0.211	0.15	0.699

结果显示, DVT 组和非 DVT 组患者年龄、烧伤总面积、下肢烧伤情况、股静脉留置 CVC 情况、吸入性损伤情况、D-二聚体水平和输注浓缩红细胞情况比较, 差异显著。多因素 logistic 回归分析显示, 年龄、烧伤总面积和 D-二聚体水平为 3 861 例成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素, 说明 D-二聚体可作为成年烧伤患者下肢 DVT 发生的预测指标。D-二聚体水平的 AUC 质量及最佳阈值下的敏感度、特异度均优于年龄和烧伤总面积, 提示 D-二聚体水平在成年烧伤患者并发下肢 DVT 中具有更好的预测价值。

无症状 DVT 患者因临床表现的隐匿性, 使 DVT 的诊断具有一定的挑战性^[20]。苗旺等^[6]对神经重症脑梗死患者急性期不同时段 DVT 发生情况进行研究, 结果显示 DVT 主要表现为无症状的肌间静脉血栓(占 93.83%), 有症状的 DVT 患者仅占 6.17%。本研究中 53.2%(41/77) 的患者系无症状 DVT, 均为肌间静脉血栓, 提示 D-二聚体对于无症状 DVT 患者的筛查具有一定价值, 但该结论仍需进一步证实。

关于烧伤患者是否需要常规的 DVT 预防仍有争论, 一种意见为烧伤患者 DVT 发生率很低, 且预防性抗凝可能导致抗凝药物相关不良事件发生, 从而否认 DVT 预防的必要性^[21-24]; 另一种意见为针对烧伤患者应该采取积极的 DVT 预防措施^[11, 25-28], 尤其是对于具有 DVT 中高风险的烧伤患者, 预防性抗凝是有益的。因研究方法、纳入标准、筛查方式的不同, 文献报道的烧伤患者 DVT 发生率相差较大^[29-31]。本研究结果显示成年烧伤患者下肢 DVT 发生率为 1.99%(77/3 861), 较本课题组前期研究中的 0.98%(12/1 219)^[18] 明显增高, 且无症状的肌间静脉血栓患者数量显著增多, 而临床医师往往因患者出现下肢肿胀、疼痛等症状、体征方才警惕 DVT 的发生, 因此, 烧伤患者 DVT 的发生率可能被低估。建议对烧伤患者, 尤其是 DVT 风险较大的烧伤患者采取 DVT 预防措施。

患者卧床时长、制动情况及物理治疗措施均被证实可影响 DVT 的发生, 可反映烧伤患者卧床时长、制动情况的 Caprini 评分等可有效评估烧伤患者并发 DVT 的风险^[27], 但本研究样本量较大, 回顾性分析易于出现 Caprini 评分数据不准确而影响研究结果。另外, 2015—2017 年间郑州市第一人民医院烧伤科针对烧伤患者 DVT 的物理治疗尚缺乏统一指导意见, 而且部分合并下肢烧伤的患者因创面感染、外科手术等因素不适于进行物理治疗。因此, 本课题组未将 Caprini 评分及是否接受物理治疗措施等指标纳入本研究。

本研究结果显示, D-二聚体是成年烧伤患者并发下肢 DVT 的独立危险因素, 对烧伤患者下肢 DVT 的发生具有较好的预测价值, 有必要在临床上对 D-二聚体水平高于正常范围的患者行下肢静脉彩色多普勒超声检查以确诊有无 DVT。本研究存在的不足: 本研究系回顾性研究, 患者并非定期接受下肢静脉彩色多普勒超声检查, 存在 DVT 漏诊的可能; D-二聚体的检验时间缺乏统一的标准, 从而影响研究结果的准确性及可靠性。关于 D-二聚体在成年烧伤患者并发下肢 DVT 中的预测价值, 仍需多中心的前瞻性研究以进一步验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张伟: 设计研究、实施研究、撰写论文; 刘宝辉: 论文撰写、经费支持; 夏成德: 研究指导、论文修改、经费支持; 丘宁宁、狄海萍、薛继东、李刚: 实施研究、采集数据、分析/解释数据; 娄季鹤: 支持性贡献

参考文献

- [1] Ahuja RB, Bansal P, Pradhan GS, et al. An analysis of deep vein thrombosis in burn patients (part 1): comparison of D-dimer and Doppler ultrasound as screening tools[J]. Burns, 2016, 42(8): 1686-1692. DOI:10.1016/j.burns.2016.08.005.
- [2] Wahl WL, Brandt MM, Ahrens K, et al. The utility of D-dimer levels in screening for thromboembolic complications in burn patients [J]. J Burn Care Rehabil, 2002, 23(6): 439-443. DOI: 10.1097/00004630-200211000-00010.
- [3] 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]. 中华普通外科杂志, 2017, 32(9): 807-812. DOI:10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2017.09.032.

- [4] 胡钦胜, 聂涌, 沈彬, 等. 通过接收者操作特征曲线确定全膝关节置换术后 D-二聚体警戒值[J/CD]. 中华关节外科杂志: 电子版, 2017, 11(4): 359-363. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X. 2017.04.006.
- [5] 孙亚萌, 张建政, 刘智. 老年骨折患者下肢深静脉血栓形成的危险因素及动态 D-二聚体对其预测价值的分析[J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9(6): 419-424. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X. 2020.06.005.
- [6] 苗旺, 张书语, 申楠楠, 等. 神经重症脑梗死患者急性期不同时段深静脉血栓关键预测指标的研究[J]. 中华老年医学杂志, 2020, 39(9): 1020-1024. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026. 2020.09.007.
- [7] 王勇, 张洪亮, 罗勤, 等. 出院前血浆 D-二聚体水平对急性肺血栓栓塞症患者复发静脉血栓栓塞风险的预测价值[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(10): 984-989. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614. 2019.10.009.
- [8] Wiegale M, Schaden E, Koch S, et al. Thrombin generation in patients with severe thermal injury[J]. Burns, 2019, 45(1): 54-62. DOI: 10.1016/j.burns.2018.09.020.
- [9] Van Haren RM, Thorson CM, Valle EJ, et al. Hypercoagulability after burn injury[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2013, 75(1): 37-43; discussion 43. DOI: 10.1097/TA.0b013e3182984911.
- [10] Pannucci CJ, Obi AT, Timmins BH, et al. Venous thromboembolism in patients with thermal injury: a review of risk assessment tools and current knowledge on the effectiveness and risks of mechanical and chemical prophylaxis[J]. Clin Plast Surg, 2017, 44(3): 573-581. DOI: 10.1016/j.cps.2017.02.002.
- [11] Barret JP, Dziewulski PG. Complications of the hypercoagulable status in burn injury[J]. Burns, 2006, 32(8): 1005-1008. DOI: 10.1016/j.burns.2006.02.018.
- [12] “D-二聚体检测”急诊临床应用专家共识组. “D-二聚体检测”急诊临床应用专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2013, 22(8): 827-836. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2013.08.003.
- [13] 高尚法, 袁继宝, 朱自江, 等. 老年烧伤患者凝血功能的检测及其临床意义[J]. 甘肃医药, 2017, 36(9): 714-717. DOI: 10.15975/j.cnki.Gsyy.2017.09.004.
- [14] 刘泽世, 呼瑞, 刘二军, 等. 高压电烧伤对 SD 大鼠血栓调节蛋白、蛋白 C、蛋白 S 及 D 二聚体的早期影响[J]. 实用医学杂志, 2016, 32(1): 37-40. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2016.01.012.
- [15] 侯智慧, 王凌峰, 谷明娟. D-二聚体测定在兔深二度重度烫伤后并发急性肺栓塞诊断中的指导意义[J]. 内蒙古医科大学学报, 2018, 40(4): 340-343. DOI: 10.16343/j.cnki.issn.2095-512x. 2018.04.005.
- [16] Wahl WL, Brandt MM, Ahrns KS, et al. Venous thrombosis incidence in burn patients: preliminary results of a prospective study[J]. J Burn Care Rehabil, 2002, 23(2): 97-102. DOI: 10.1097/00004630-200203000-00005.
- [17] Wibbenmeyer LA, Hoballah JJ, Amelon MJ, et al. The prevalence of venous thromboembolism of the lower extremity among thermally injured patients determined by duplex sonography[J]. J Trauma, 2003, 55(6): 1162-1167. DOI: 10.1097/01.TA.0000057149.42968.1D.
- [18] 张伟, 张俊峰, 王冕, 等. 成年烧伤患者深静脉血栓的发生情况及危险因素[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(1): 54-57. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2020.01.010.
- [19] 高凤英, 刁耀锋, 郑明霞, 等. 烧伤患者深静脉血栓发生情况及其影响因素[J]. 中华烧伤杂志, 2016, 32(3): 176-180. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.03.010.
- [20] Oger E, Bressollette L, Nonent M, et al. High prevalence of asymptomatic deep vein thrombosis on admission in a medical unit among elderly patients[J]. Thromb Haemost, 2002, 88(4): 592-597.
- [21] Satahoo SS, Parikh PP, Naranjo D, et al. Are burn patients really at risk for thrombotic events? [J]. J Burn Care Res, 2015, 36(1): 100-104. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000093.
- [22] Busche MN, Herold C, Krämer R, et al. Evaluation of prophylactic anticoagulation, deep venous thrombosis, and heparin-induced thrombocytopenia in 21 burn centers in Germany, Austria, and Switzerland[J]. Ann Plast Surg, 2011, 67(1): 17-24. DOI: 10.1097/SAP.0b013e31821bd4bc.
- [23] Vermaak PV, D'Asta F, Provins J, et al. Thromboprophylaxis in adult and paediatric burn patients: a survey of practice in the United Kingdom[J]. Burns, 2019, 45(6): 1379-1385. DOI: 10.1016/j.burns.2019.04.003.
- [24] Sikora S, Papp A. Venous thromboembolism in burn patients is not prevented by chemoprophylaxis[J]. Burns, 2017, 43(6): 1330-1334. DOI: 10.1016/j.burns.2017.03.014.
- [25] 王艳琼, 黄建琼, 许学文, 等. 标准化静脉血栓栓塞症预防方案在烧伤患者中的应用研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(6): 726-729. DOI: 10.7507/1002-1892.201812061.
- [26] Peng H, Yue L, Gao H, et al. Risk assessment of deep venous thrombosis and its influencing factors in burn patients[J]. J Burn Care Res, 2020, 41(1): 113-120. DOI: 10.1093/jbcr/irz121.
- [27] Li Q, Ba T, Wang LF, et al. Stratification of venous thromboembolism risk in burn patients by Caprini score[J]. Burns, 2019, 45(1): 140-145. DOI: 10.1016/j.burns.2018.08.006.
- [28] Pannucci CJ, Osborne NH, Wahl WL. Venous thromboembolism in thermally injured patients: analysis of the National Burn Repository[J]. J Burn Care Res, 2011, 32(1): 6-12. DOI: 10.1097/BCR.0b013e318204b2ff.
- [29] Liu A, Minasian RA, Maniago E, et al. Venous thromboembolism chemoprophylaxis in burn patients: a literature review and single-institution experience[J]. J Burn Care Res, 2021, 42(1): 18-22. DOI: 10.1093/jbcr/iraa143.
- [30] Tracy LM, Cameron PA, Singer Y, et al. Venous thromboembolism prophylaxis practice and its association with outcomes in Australia and New Zealand burns patients[J/OL]. Burns Trauma, 2021, 9: tkaa044[2022-02-17]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33654696/>. DOI: 10.1093/burnst/tkaa044.
- [31] Ahuja RB, Bansal P, Pradhan GS, et al. An analysis of deep vein thrombosis in burn patients (part II): a randomized and controlled study of thrombo-prophylaxis with low molecular weight heparin[J]. Burns, 2016, 42(8): 1693-1698. DOI: 10.1016/j.burns.2016.08.007.

(收稿日期: 2020-10-21)