DOI:10.16016/j.2097-0927.202404064

急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素分析

李伊敬[1],鄢苏鹏[2],邵艳霞[1],袁 媛[3],蒋春梅[1],蒲淑玉[4],孙 澈[3] 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院:急诊医学科[1],临床护理学教研室[3];730030 兰州,解放军 96604 部队医院:医学工程与信息科[2],外一科[4]

[**摘要**] **目的** 分析影响急性脊柱损伤患者肺栓塞发生的危险因素。**方法** 采用病例-对照研究设计方案。收集 2018 年 1 月至 2023 年 8 月期间陆军军医大学 3 所附属医院收治的 840 例急性脊柱损伤患者的基本信息、损伤原因、损伤部位、影像学及实验室检查等相关资料,按照患者是否并发肺栓塞分为 2 组:发生肺栓塞患者 83 例;未发生肺栓塞患者 757 例。对 2 组患者性别、年龄、住院时间、ICU 时间、损伤原因等 37 个危险因素指标进行单因素分析,再对筛选出的有意义的变量进行多因素 Logistic 回归分析。**结果** 急性脊柱损伤患者单因素分析提示年龄、住院时间、下肢骨折、肺部挫伤及感染、休克、手术次数等 24 个危险因素与肺栓塞的发生有关($P<0.05$)。多因素二元 Logistic 回归分析提示,年龄($P=0.000$, $OR=1.957$, 95% CI: 1.532~2.499)、ICU 时间($P=0.000$, $OR=2.561$, 95% CI: 1.728~3.794)、手术次数($P=0.015$, $OR=1.814$, 95% CI: 1.124~2.927)、脊柱固定($P=0.004$, $OR=0.370$, 95% CI: 0.189~0.724)、限制性体位($P=0.000$, $OR=21.269$, 95% CI: 5.276~85.740)、血小板($P=0.000$, $OR=1.553$, 95% CI: 1.236~1.951)、D-二聚体($P=0.000$, $OR=1.600$, 95% CI: 1.376~1.860)、凝血酶原时间($P=0.025$, $OR=2.756$, 95% CI: 1.138~6.670)是急性脊柱损伤患者肺栓塞的独立危险因素。**结论** 急性脊柱损伤患者肺栓塞组病死率明显高于非肺栓塞组,年龄、ICU 时间、手术次数、脊柱固定、限制性体位、血小板、D-二聚体、凝血酶原时间与急性脊柱损伤患者发生肺栓塞密切相关。

[**关键词**] 脊柱损伤;肺栓塞;危险因素
[**中图法分类号**] R181.32; R563.5; R681.54 [**文献标志码**] A

Risk factors for pulmonary embolism in patients with acute spinal cord injury

LI Yijing[1], YAN Supeng[2], SHAO Yanxia[1], YUAN Yuan[3], JIANG Chunmei[1], PU Shuyu[4], SUN Wei[3] [1]Department of Emergency Medicine, [3]Department of Clinical Nursing, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038; [2]Department of Medical Engineering and Information, [4]First Department of General Surgery, Hospital of Troop 96604, Lanzhou, Gansu Province, 730030, China

[**Abstract**] **Objective** To investigate the risk factors for pulmonary embolism (PE) in patients with acute spinal cord injury (ASCI). **Methods** A case-control design was adopted in this study. Basic information, injury cause, injury site, imaging and laboratory examination results and other relevant data of 840 ASCI patients admitted to 3 affiliated hospitals of Army Medical University from January 2018 to August 2023 were collected. According to occurrence of PE or not, these patients were divided a PE group ($n=83$) and a non-PE group ($n=757$). Univariate analysis was performed on 37 risk factors including gender, age, length of hospital stay, length of intensive care unit (ICU) stay, cause of injury, and so on, and then multivariate logistic regression analysis was applied to analyze these selected significant variables. **Results** Univariate analysis showed that 24 factors such as age, length of hospital stay, lower limb fracture, pulmonary contusion and infection, shock and number of operations were related to the occurrence of PE in

[**基金项目**] 重庆市自然科学基金面上项目(CSTB2022NSCQ-MSX1400)
[**通信作者**] 孙 澈,E-mail:sunfamily@tmmu.edu.cn

2097-0927/Copyright © 2024, 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/)

ASCI patients (P<0.05). Binary logistic regression analysis indicated that age (*P*=0.000, *OR*=1.957, 95%*CI*: 1.532~2.499), length of ICU stay (*P*=0.000, *OR*=2.561, 95%*CI*: 1.728~3.794), number of operations (*P*=0.015, *OR*=1.814, 95%*CI*: 1.124~2.927), spinal fixation (*P*=0.004, *OR*=0.370, 95%*CI*: 0.189~0.724), restrictive position (*P*=0.000, *OR*=21.269, 95%*CI*: 5.276~85.740), platelet count (*P*=0.000, *OR*=1.553, 95%*CI*: 1.236~1.951), D-dimer level (*P*=0.000, *OR*=1.600, 95%*CI*: 1.376~1.860) and prothrombin time (*P*=0.025, *OR*=2.756, 95%*CI*: 1.138~6.670) were independent risk factors for PE in the patients. **Conclusion** The mortality of the ASCI patients with PE is significantly higher than those without. Age, length of ICU stay, number of operations, spinal fixation, restrictive position, platelet count, D-dimer level and prothrombin time are closely associated with PE in ASCI patients.

[**Key words**] spinal cord injury; pulmonary embolism; risk factors

Supported by the General Project of Natural Science Foundation of Chongqing (CSTB2022NSCQ-MSX1400). Corresponding author: SUN Wei, E-mail: sunfamily@tmmu.edu.cn

急性脊柱损伤多由车祸伤、高坠伤、跌倒摔伤、重物砸伤等引起,常可并发脊髓或马尾神经损伤,是一种潜在的致命性中枢神经系统疾病,可导致运动、感觉和自主神经系统功能的永久性丧失[1],影响患者的身心健康,并对全球医疗保健系统造成了巨大的经济负担[2]。脊柱骨折的总体人群发病率估计为5%[3],在一级创伤中心就诊的创伤患者中高达23%[4]。急性脊柱损伤与威尔啸三联征的所有三个支柱,即内皮损伤、静脉淤积和高凝状态相重叠[5],与肺栓塞(pulmonary embolism, PE)的发生率增加相关[6]。急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)是指多种内源性或外源性栓子阻塞肺动脉主干或分支的病理生理综合征,是临床常见的心血管疾病,其发病率仅次于冠心病和高血压[7]。有研究表明,大约10%的住院死亡与肺栓塞有关,尸检研究显示,2/3的病例被漏诊[8]。针对创伤患者研究者开发了两种PE风险评分模型:创伤栓子评分系统(traumatic embolus scoring system, TESS)和风险评估模型[5]。鉴于目前评估创伤患者肺栓塞特定风险因素的数据较少[9],并缺乏针对脊柱损伤患者发生肺栓塞的预测模型,且急性脊柱损伤患者肺栓塞发病急、病情重,临床表现不典型,不便进行肺栓塞诊断的金标准-肺动脉造影检查[10],是一种潜在的可预防但高度致命的并发症[11],因此,本研究统计和预测所有可能导致急性脊柱损伤患者肺栓塞事件的危险因素,为患者的早期识别和临床防治提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性多中心研究,收集2018年1月1日至2023年8月31日,陆军军医大学3所附属医院收治的840例急性脊柱损伤患者的病历资料。样本量计算根据Logistic回归分析的研究变量的个数,结局变量的样本量至少为协变量个数的10~15倍[12],本研究纳入研究对象例数符合所需样本量需求,其中急性脊柱损伤患者发生肺栓塞83例,急性脊柱损伤患者未发生肺栓塞757例。肺栓塞诊断依据2018版肺血栓栓塞症诊治与预防指南和2019年ESC与欧洲呼吸学会(european respiratory society, ERS)合作制定的急性肺栓塞诊断和管理指南[10,13]。纳入标准:①年龄不限,性别不限;②X线、CT、MRI检查结果为急性脊柱损伤患者,主要包括颈椎、胸椎、腰椎、骶椎或尾椎损伤;③经X线、CT、MRI检查,结合临床诊断确诊为肺栓塞患者。排除标准:①住院时间少于3 d,主动放弃治疗或转院者;②病历数据获取不完全者。本研究已通过陆军军医大学第一附属医院伦理委员会审批[批件号:(B)KY2023117]。

1.2 一般资料

收集并整理840例急性脊柱损伤患者病例的人口学特征、既往史、影像学及实验室检查结果等,主要包括:①人员住院基本信息:性别、年龄、住院时间、脊柱损伤及血栓栓塞诊断等;②损伤原因:车祸、高坠、跌倒、重物砸伤等;③脊柱损伤部位:颈椎、胸椎、腰椎、骶椎、尾椎;④合并颅脑损伤、胸腹部损伤、骨盆及下肢骨折等;⑤主要症状表现:胸痛、胸闷、气促、呼吸困难、咳嗽、咯血、晕厥、肢体肿胀疼痛等;⑥检验指标:血小板计数(platelet, PLT)、D-二聚体(D-dimer, D-D)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)等;⑦其他影响因素:是否平卧制动、是否限制性体位、是否手术、是否大静脉穿刺置管等。

1.3 统计学分析

采用SPSS24.0软件分析数据,符合正态分布且方差齐性的连续变量资料采用$\bar{x}\pm s$表示,统计分析使

用 student t 检验或单因素方差分析,不符合正态分布或方差不齐的连续变量采用中值(四分位数)表示,统计分析使用 Wilcoxon 秩和检验或 Kruskal-Wallis 秩和检验;计数资料采用频数和百分比(%)表示,组间比较采用χ^2 检验,$P<0.05$ 提示有统计学意义。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分析,采用向后逐步回归法,$P<0.1$ 的指标纳入二元 Logistic 回归进行多因素分析,急性脊柱损伤患者发生肺栓塞与危险因素之间的关联通过优势比(OR)和 95%CI 量化,$P<0.05$ 且 95%CI 不包含 1 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料及危险因素指标比较

840 例患者中,男性 586 例,女性 254 例,男女比例约为 2.31∶1,急性脊柱损伤患者发生肺栓塞 83 例,急性脊柱损伤患者未发生肺栓塞 757 例,两组患者年龄、住院时间、ICU 住院时间、损伤原因、颈椎、骶椎或尾椎、合并症部位、骨盆骨折、下肢骨折、肺部感染及挫伤、手术次数、休克、呼吸机使用天数、大静脉穿刺置管、保护性约束、脊柱固定、限制性体位、凝血酶时间(thrombintime,TT)、纤维蛋白原降解产物(fibrinogen degradation products, FDP)、活化部分凝血活酶(activate partial thromboplastin, APTT)、B 型钠尿肽(B type natriuretic peptide,BNP9)、PLT、D-D、PT 差异有统计学意义($P<0.05$)。2 组患者性别、胸椎、腰椎、脊髓损伤、截瘫、颅脑损伤、胸部损伤、腹部损伤、上肢骨折、全身多处软组织损伤、高肌红蛋白血症、平卧制动、纤维蛋白原(fibrinogen,FIB)等比较差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 急性脊柱损伤患者发生肺栓塞一般资料及危险因素的单因素分析结果($n=840$)

项目	n(%)		χ^2 值	P 值	项目	n(%)		χ^2 值	P 值
	肺栓塞	非肺栓塞				肺栓塞	非肺栓塞		
总人群数	83	757			颈椎			5.805	0.016
性别			0.052	0.820	否(0)	68(8.10)	524(62.38)		
女(0)	26(3.10)	228(27.14)			是(1)	15(1.79)	233(27.74)		
男(1)	57(6.78)	529(62.98)			胸椎			0.008	0.930
年龄			43.649	0.000	否(0)	48(5.71)	434(51.67)		
<30 岁(0)	3(0.36)	107(12.74)			是(1)	35(4.17)	323(38.45)		
30~39 岁(1)	3(0.36)	92(10.95)			腰椎			0.760	0.383
40~49 岁(2)	7(0.83)	149(17.74)			否(0)	41(4.88)	336(40.00)		
50~59 岁(3)	28(3.33)	231(27.50)			是(1)	42(5.00)	421(50.12)		
60~69 岁(4)	19(2.26)	109(12.98)			骶椎或尾椎			10.384	0.001
≥70 岁(5)	23(2.74)	69(8.21)			否(0)	63(7.50)	669(79.64)		
住院时间			27.772	0.000	是(1)	20(2.38)	88(10.48)		
<10 d(0)	14(1.67)	139(16.55)			脊髓损伤			2.236	0.135
10~19 d(1)	16(1.90)	287(34.17)			否(0)	76(9.05)	648(77.14)		
20~29 d(2)	14(1.67)	156(18.57)			是(1)	7(0.83)	109(12.98)		
30~39 d(2)	12(1.43)	75(8.93)			截瘫			0.053	0.818
≥40 d(3)	27(3.21)	100(11.90)			否(0)	74(8.81)	681(81.07)		
ICU 时间			75.184	0.000	是(1)	9(1.07)	76(9.05)		
<10 d(0)	44(5.24)	656(78.10)			合并症部位			56.046	0.000
10~20 d(1)	19(2.26)	72(8.57)			<3(0)	17(2.02)	331(39.40)		
>20 d(2)	20(2.38)	29(3.45)			3~5(1)	30(3.57)	326(38.81)		
损伤原因			28.255	0.000	6~9(2)	31(3.69)	93(11.07)		
摔伤(0)	20(2.38)	126(15.00)			≥10(3)	5(0.60)	7(0.83)		
高坠伤(1)	20(2.38)	316(37.62)			颅脑损伤			0.278	0.598
车祸伤(2)	29(3.45)	220(26.19)			否(0)	55(6.55)	523(62.26)		
重物砸伤(3)	2(0.24)	64(7.62)			是(1)	28(3.33)	234(27.86)		
其他(4)	12(1.43)	31(3.69)							

续表 1

项目	n(%)		χ^2 值	P 值
	肺栓塞	非肺栓塞		
胸部损伤			2.046	0.153
否(0)	46(5.48)	357(42.50)		
是(1)	37(4.40)	400(47.62)		
腹部损伤			0.002	0.968
否(0)	74(8.81)	676(80.48)		
是(1)	9(1.07)	81(9.64)		
骨盆骨折			9.054	0.003
否(0)	61(7.26)	651(77.50)		
是(1)	22(2.62)	106(12.62)		
上肢骨折			2.350	0.125
否(0)	64(7.62)	634(75.48)		
是(1)	19(2.26)	123(14.64)		
下肢骨折			10.751	0.001
否(0)	52(6.19)	595(70.83)		
是(1)	31(3.69)	162(19.29)		
全身多处软组织伤			0.981	0.322
否(0)	72(8.57)	624(74.29)		
是(1)	11(1.31)	133(15.83)		
肺部挫伤及感染			11.012	0.012
否(0)	35(4.17)	324(38.57)		
肺部感染(1)	19(2.26)	83(9.88)		
肺部挫伤(2)	17(2.02)	219(26.07)		
肺部挫伤伴感染(3)	12(1.43)	131(15.60)		
高肌红蛋白血症			0.216	0.642
否(0)	77(9.17)	712(84.76)		
是(1)	6(0.71)	45(5.36)		
手术次数			20.245	0.000
0 次(0)	21(2.50)	256(30.48)		
1 次(1)	46(5.48)	456(54.28)		
>1 次(2)	16(1.90)	45(5.36)		
休克			15.422	0.000
否(0)	72(8.57)	729(86.79)		
是(1)	11(1.31)	28(3.33)		
呼吸机使用天数			45.120	0.000
否(0)	48(5.71)	655(77.98)		
是(1)	35(4.17)	102(12.14)		
保护性约束			25.152	0.000
否(0)	51(6.07)	635(75.60)		
是(1)	32(3.81)	122(14.52)		
脊柱固定			4.426	0.035
否(0)	65(7.74)	507(60.36)		
是(1)	18(2.14)	250(29.76)		
平卧制动			2.345	0.126
否(0)	60(7.14)	602(71.67)		
是(1)	23(2.74)	155(18.45)		
大静脉穿刺置管			41.280	0.000
否(0)	32(3.81)	551(65.60)		
是(1)	51(6.07)	206(24.52)		
限制性体位			35.714	0.000
否(0)	75(8.93)	751(89.40)		
是(1)	8(0.95)	6(0.71)		
PLT			23.833	0.000
低(0)	8(0.95)	151(17.98)		
125~199(1)	26(3.09)	334(39.76)		
200~299(2)	30(3.57)	192(22.86)		
300~350(3)	5(0.59)	36(4.29)		
高(4)	14(1.67)	44(5.24)		
D-D			95.982	0.000
正常(0)	0(0.00)	32(3.81)		
0.55~2.74(1)	7(0.83)	228(27.14)		
2.75~5.50(2)	13(1.55)	214(25.48)		
5.51~11.00(3)	20(2.38)	161(19.17)		
11.10~16.50(4)	15(1.79)	52(6.19)		
16.60~22.00(5)	3(0.36)	29(3.45)		
22.10~27.50(6)	5(0.59)	15(1.79)		
>27.50(7)	20(2.38)	26(3.09)		
TT			6.406	0.041
低(0)	0(0.00)	15(1.79)		
正常(1)	79(9.40)	731(87.02)		
高(2)	4(0.48)	11(1.31)		
PT			48.781	0.000
低(0)	2(0.24)	14(1.67)		
正常(1)	63(7.50)	716(85.24)		
高(2)	18(2.14)	27(3.21)		
FIB			2.369	0.306
低(0)	2(0.24)	17(2.02)		
正常(1)	29(3.45)	331(39.40)		
高(2)	52(6.19)	409(48.69)		
FDP			17.360	0.000
正常(0)	1(0.12)	156(18.72)		
高(1)	77(9.24)	599(71.91)		
APTT			26.136	0.000
低(0)	9(1.07)	128(15.24)		
正常(1)	61(7.26)	603(71.79)		
高(2)	13(1.55)	26(3.10)		
BNP9			54.259	0.000
低(0)	0(0.00)	2(0.24)		
正常(1)	48(5.80)	679(82.10)		
高(2)	29(3.51)	69(8.34)		

表 2 急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素与其他变量的共线性诊断分析（$n=840$）

变量	容差	VIF
年龄	0.792	1.262
住院时间	0.534	1.874
ICU 时间	0.444	2.251
损伤原因	0.953	1.050
颈椎损伤	0.704	1.420
骶椎或尾椎损伤	0.749	1.335
合并症	0.339	2.947
骨盆骨折	0.649	1.541
下肢骨折	0.738	1.355
肺部挫伤及感染	0.791	1.264
休克	0.770	1.299
手术次数	0.717	1.394
使用呼吸机天数	0.325	3.073
保护性约束	0.684	1.462
脊柱固定	0.710	1.408
大静脉穿刺置管	0.508	1.970
限制性体位	0.894	1.119
PLT	0.906	1.104
D-D	0.620	1.612
TT	0.945	1.059
PT	0.847	1.181
FDP	0.739	1.353
APTT	0.894	1.118
BNP9	0.817	1.224

2.2 共线性诊断分析

因纳入多因素 Logistic 回归模型中的自变量较多，运用方差膨胀因子（VIF）法对变量之间是否存在共线性进行检验，结果显示方差膨胀因子均小于 10，表示 24 个危险因素不存在多重共线性问题，结果见表 2。

2.3 急性脊柱损伤患者肺栓塞的多因素 Logistic 回归分析

以是否发生肺栓塞为因变量，将影响急性脊柱损伤患者肺栓塞有统计学意义的 24 个指标为自变量，通过逐步后退法进行多因素二分类 Logistic 回归分析，自变量赋值见表 1。回归结果显示：年龄（$P=0.000$）、ICU 时间（$P=0.000$）、手术次数（$P=0.015$）、限制性体位（$P=0.000$）、PLT（$P=0.000$）、D-D（$P=0.000$）、PT（$P=0.025$）是急性脊柱损伤患者肺栓塞的主要危险因素（$OR>1$），脊柱固定（$P=0.004$）是急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的重要保护因素（$OR<1$）。见表 3。

3 讨论

3.1 急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的临床表现分析

急性肺栓塞的临床表现包括症状、体征和检查是非特异性的，可从无症状到急性呼吸衰竭伴休克，甚至死亡[14]。本研究中共 5 例患者死亡均为肺栓塞患者，急性脊柱损伤发生肺栓塞 83 例患者的临床表现为：呼吸困难（20.48%）、气促（15.66%）、胸痛（12.05%）、咳嗽咳痰或不明显发热（9.64%）、胸闷（9.64%）、晕厥（7.23%）、突发意识丧失或伴意识障碍（3.61%）、咯血（1.22%），与相关研究[14-15]结果一致，患者临床表现不明显，起病急、病情重、发展快。因此，对表现为突发性呼吸困难、呼吸急促、胸痛、晕厥或休克、咯血，不明原因的胸闷、氧饱和度下降和心动过速的患者，应重点进行筛查，早期识别诊断，制定治疗对策，降低患者死亡风险。

3.2 急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的相关危险因素分析

3.2.1 年龄 研究结果显示年龄是急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素。一项包含 47 743 例因脊柱滑脱、创伤等接受脊柱手术后发生肺栓塞的回顾性研究分析，与 49 岁或以下年龄组患者相比，70 岁或以上的老年患者，发生肺栓塞的风险显著增加[16]；另一项前瞻性队列研究指出，年龄是脊髓损伤患者发生肺栓塞的危险因素，随着年龄的增加肺栓塞的发生风

表 3 多变量 Logistic 回归确定急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素（$n=840$）

变量	β 值	标准误差	*Wald*	*P* 值	*OR* 值	95%*CI*	
						下限	上限
年龄	0.671	0.125	28.931	0.000	1.957	1.532	2.499
ICU 时间	0.940	0.201	21.979	0.000	2.561	1.728	3.794
损伤原因	0.231	0.128	3.283	0.070	1.260	0.981	1.619
手术次数	0.595	0.244	5.945	0.015	1.814	1.124	2.927
脊柱固定	−0.995	0.343	8.423	0.004	0.370	0.189	0.724
限制性体位	3.057	0.711	18.475	0.000	21.269	5.276	85.740
PLT	0.440	0.117	14.251	0.000	1.553	1.236	1.951
D-D	0.470	0.077	37.501	0.000	1.600	1.376	1.860
PT	1.014	0.451	5.051	0.025	2.756	1.138	6.670
APTT	0.547	0.313	3.048	0.081	1.728	0.935	3.194
常量	−9.136	0.903	102.277	0.000	0.000		

险显著升高[17],且经治疗后结局更差[18]。以上研究与本研究结果一致,均认为年龄与肺栓塞的发生密切相关,可能原因为随着年龄的增长,机体活动水平下降,血管弹性减弱,血液黏稠瘀滞等,加重了脊柱损伤患者肺栓塞形成的风险[17]。因此,对于年龄较大的脊柱损伤患者,医护人员应重点进行肺栓塞的风险评估,早期识别肺栓塞高风险人群,并及时制定干预措施。

3.2.2 ICU 住院时间 在一项关于 1 128 例创伤性脊柱骨折患者血栓栓塞的发生率和危险因素的研究中指出,对于颈椎和腰椎损伤患者,较长的住院时间及 ICU 停留时间与肺栓塞的发生显著相关[19],本研究也证明急性脊柱损伤患者肺栓塞与患者 ICU 住院时间相关,但与该研究不同的是,与住院时间无关,分析原因为在 ICU 住院时间较长的脊柱损伤患者多为创伤严重程度评分较高的患者,存在内皮损伤、血流瘀滞、血液高凝,与患者肺栓塞形成的病理生理机制相符。经统计,本研究中 83 例肺栓塞患者,85.54%的患者在脊柱损伤后的前两周确诊,确诊时大多在 ICU 病房。对于 ICU 住院时间较长的脊柱损伤患者,医护人员应加强观察,及时评估气道是否通畅,监测生命体征及经皮动脉血氧饱和度情况[20],结合患者临床表现、影像学和实验室检查指标,进行密切关注和综合评估,以便早期确定风险水平并调整相应管理决策[13]。

3.2.3 手术次数 急性肺栓塞诊断和治疗指南指出,重大创伤、手术、下肢骨折等是静脉血栓栓塞的强烈诱发因素[13]。有研究指出,入院后 24 h 内的手术是创伤患者早期肺栓塞的重要独立预测因素[8],手术次数、手术时间等是脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素[21-22]。手术与脊柱损伤患者肺栓塞的发生密切相关[9],本研究结果显示手术次数是急性脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素,潜在的病理生理学原因可能与手术导致内皮破坏引起静脉瘀滞和急性高凝状态有关,医护人员应鼓励患者手术后早期下地活动。鉴于药物预防不能应用于出血风险高的患者,特别是创伤和手术后不久,应结合患者术后出血风险及实验室检验指标实施药物预防。

3.2.4 限制性体位 脊柱固定被认为是预防继发性脊髓损伤造成神经系统损害的标准干预措施[23],包括石膏或支具外固定及手术治疗行脊柱前路或后路复位内固定、椎弓根螺丝内固定和植骨融合等[24]。有研究指出,肺栓塞为脊柱骨折后经皮椎体或后凸成型术后的并发症[25],肺动脉栓塞常发病于创伤、长时间限制性体位等[26],本研究结果显示,脊柱外固定为脊柱损伤患者发生肺栓塞的保护因素,限制性体位如:轴线翻身是脊柱损伤患者发生肺栓塞的危险因素,分析原因为限制性体位后,患者需长时间卧床,致使机体血液循环减慢、黏稠度增加,手术造成静脉壁破损,激活凝血系统,加重血液高凝状态,使得肺栓塞的发生风险处于较高水平,护理人员应加强对患者的健康宣教,加强肢体的主动及被动运动,采取药物及物理预防措施改善血液流变学及凝血功能状态[27]。

3.2.5 血清生物标志物 血清生物标志物有助于评估肺栓塞的发生及预后[28]。有研究指出,血小板在炎性、血栓形成等诸多病理生理过程中发挥重要作用[29];D-二聚体是由血液凝块降解形成的蛋白质片段,是临床检查中最常用的血栓生物标志物[15],是预测重症监护病房急性肺栓塞严重程度的独立危险因素[7];也有研究指出,常规凝血功能检测指标凝血酶原时间、D-二聚体及血小板计数等均能体现凝血因子的活性和纤维蛋白原的状态,与患者的凝血功能密切相关[30]。本研究结果与以上结果一致,医务人员应根据患者临床表现,结合 D-二聚体、血小板及凝血酶原时间等实验室指标,筛选肺栓塞高危患者,排除肺栓塞疑似患者,为急性脊柱损伤患者肺栓塞诊断提供参考和依据。

本研究存在局限性,首先,本研究为回顾性研究,其结果可能存在偏倚,通过筛选纳入的病历数较多,可能存在潜在的数据纳入和信息偏差。另外,由于脊柱损伤患者入院时卧床率占 56.07%,早期部分病历无患者损伤严重程度(ISS)相关数据,因此,本研究未能够统计体质指数、ISS 对脊柱损伤患者肺栓塞的影响,因三所医院 PDF 的检验结果标准范围不同,对 PDF 值未能分段进行统计分析。

综上所述,年龄、ICU 时间、手术次数、脊柱固定、限制性体位、血小板、D-二聚体和凝血酶原时间是急性脊柱损伤患者肺栓塞的主要危险因素,应结合危险因素,对高风险人群积极采取预防措施,早期干预,精准护理,有效实施科学有效的救护措施。

参考文献:

[1] SHANG Z Z, WANYAN P P, ZHANG B L, *et al*. Incidence and risk factors of deep vein thrombosis in patients with spinal cord injury: a systematic review with meta-analysis[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10: 1153432. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1153432.

[2] PASTORI D, CORMACI V M, MARUCCI S, *et al*. A comprehensive review of risk factors for venous thromboembolism: from epidemiology to pathophysiology[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(4): 3169. DOI: 10.3390/ijms24043169.

[3] COSMAN F. Spine fracture prevalence in a nationally

representative sample of US women and men aged ≥40 years: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2013-2014: —supplementary presentation [J]. Osteoporos Int, 2017,28(8): 2319-2320. DOI: 10.1007/s00198-017-3999-y.

[4] PIROUZMAND F. Epidemiological trends of spine and spinal cord injuries in the largest Canadian adult trauma center from 1986 to 2006[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(2): 131-140. DOI: 10.3171/2009.9.SPINE0943.

[5] BUCHANAN F R, LEEDE E, BROWN L H, *et al*. Risk scoring models fail to predict pulmonary embolism in trauma patients[J]. Am J Surg, 2021, 222(4): 855-860. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2021.02.007.

[6] AVILA M, BHOGADI S K, NELSON A, *et al*. The long-term risks of venous thromboembolism among non-operatively managed spinal fracture patients: a nationwide analysis[J]. Am J Surg, 2023, 225(6): 1086-1090. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2022.11.031.

[7] FU C, CHEN Y Y, ZHU F X, *et al*. Analysis of the occurrence of acute pulmonary embolism in the ICU ward and related risk factors predicting its severity[J]. Heart Surg Forum, 2022, 25(2): E190-E195. DOI: 10.1532/hsf.4525.

[8] SIDDIQUI T, ASIM M, AHMED K, *et al*. Clinical characteristics and risk factors for early versus late pulmonary embolism in trauma patients: a retrospective, observational study[J]. Int J Gen Med, 2022, 15: 7867-7878. DOI: 10.2147/IJGM.S387880.

[9] IRIYAMA H, KOMORI A, KAINOH T, *et al*. A nested case-control study of risk for pulmonary embolism in the general trauma population using nationwide trauma registry data in Japan[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 19192. DOI: 10.1038/s41598-021-98692-4.

[10] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(14): 1060-1087. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.14.007.
Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Group of Respiratory Branch of Chinese Medical Association, Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease Working Committee of Respiratory Branch of the Chinese Medical Doctor Association, National Collaborative Group for Prevention and Treatment of Pulmonary Embolism and Pulmonary Vascular Disease. Guidelines for diagnosis, treatment and prevention of pulmonary thromboembolism [J]. Natl Med J China, 2018, 98(14): 1060-1087. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.14.007.

[11] ROUMELIOTIS L, KANAKARIS N K, PAPADOPOULOS I N. Incidence, risk factors and potential timing of occurrence of pulmonary embolism in fatal trauma: an autopsy based case-control study on 2705 victims[J]. Surgeon, 2023, 21(1): 8-15. DOI: 10.1016/j.surge.2022.03.002.

[12] 陈敏. 逻辑回归模型中样本量确定的相关问题研究[D]. 昆明: 云南大学, 2020.
CHEN M. Research on the related problems of sample size determination in logistic regression model[D]. Kunming: Yunnan University, 2020.

[13] KONSTANTINIDES S V, MEYER G, BECATTINI C, *et al*. 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS)[J]. Eur Heart J, 2020, 41(4): 543-603. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz405.

[14] BUMROONGKIT C, DEESOMCHOK A, LIWSRISAKUN C, *et al*. Clinical characteristics, risk factors, and outcomes of acute pulmonary embolism in Asian population[J]. J Clin Med, 2022, 11(23): 6954. DOI: 10.3390/jcm11236954.

[15] LIU P, YU H X, LIU W, *et al*. Distinct age-adjusted D-dimer threshold to rule out acute pulmonary embolism in outpatients and inpatients[J]. Clin Respir J, 2024, 18(2): e13728. DOI: 10.1111/crj.13728.

[16] MASUDA K, CHIKUDA H, YASUNAGA H, *et al*. Factors affecting the occurrence of pulmonary embolism after spinal surgery: data from the national administrative database in Japan[J]. Spine J, 2012, 12(11): 1029-1034. DOI: 10.1016/j.spinee.2012.10.020.

[17] CHUNG W S, LIN C L, CHANG S N, *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. DOI: 10.1016/j.thromres.2014.01.008.

[18] BIKDELI B, MURIEL A, WANG Y, *et al*. Sex-related differences in patient characteristics, risk factors, and symptomatology in older adults with pulmonary embolism: findings from the SERIOUS-PE study[J]. Semin Thromb Hemost, 2023, 49(7): 725-735. DOI: 10.1055/s-0043-1764231.

[19] EISSA A T, ALANAGARI A, ALROWAILI F, *et al*. The incidence and risk factors of thromboembolism in patients with traumatic spine fractures in a tertiary care hospital[J]. J Musculoskelet Surg Res, 2022, 6: 94-100. DOI: 10.25259/jmsr_133_2021.

[20] 中国静脉介入联盟, 中国医师协会介入医师分会外周血管介入专业委员会, 国际血管联盟中国分部护理专业委员会. 致命性肺血栓栓塞症急救护理专家共识[J]. 中华现代护理杂志, 2023, 29(17): 2241-2250. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20221115-05533.
Chinese Venous Intervention Alliance, Peripheral Vascular Intervention Professional Committee of Interventional

Physicians Branch of Chinese Medical Doctor Association, Nursing Professional Committee of International Vascular Union China Branch. Expert consensus on emergency nursing for fatal pulmonary thromboembolism[J]. Chin J Modern Nursing, 2023, 29(17): 2241-2250. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20221115-05533.

[21] CLONEY M B, YAMAGUCHI J T, DHILLON E S, *et al*. Venous thromboembolism events following spinal fractures: a single center experience[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2018, 174: 7-12. DOI: 10.1016/j.clineuro.2018.08.030.

[22] CLONEY M B, DRISCOLL C B, YAMAGUCHI J T, *et al*. Comparison of inpatient versus post-discharge venous thromboembolic events after spinal surgery: a single institution series of 6869 consecutive patients[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2020, 196: 105982. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.105982.

[23] EYRICH N W, LIESMAN D, PESCATORE N A, *et al*. Clinical level of evidence presented at the cervical spine research society (CSRS) annual meeting over 10 years (2008-2017): a systematic review[J]. Spine, 2020, 45(6): 407-413. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003285.

[24] 赵玉沛, 陈孝平. 外科学[M]. 3版. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
ZHAO Y P, CHEN X P. Surgery[M]. 3rd Ed. Beijing People's Medical Publishing House, 2015

[25] JANSSEN I, RYANG Y M, GEMPT J, *et al*. Risk of cement leakage and pulmonary embolism by bone cement-augmented pedicle screw fixation of the thoracolumbar spine[J]. Spine J, 2017, 17(6): 837-844. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.01.009.

[26] 田美慧, 廉泽林, 刘鑫, 等. 限制性体位引起肺动脉血栓栓塞2例[J]. 法医学杂志, 2017, 33(2): 204-205. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5619.2017.02.026.
TIAN M H, LIAN Z L, LIU X, *et al*. Pulmonary thromboembolism caused by restrictive posture: a report of 2 cases[J]. J Forensic Med, 2017, 33(2): 204-205. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5619.2017.02.026.

[27] 刘俭, 孙立军. 低分子肝素钙在脊柱创伤患者椎弓根螺钉内固定术后的应用效果分析[J]. 中国烧伤创疡杂志, 2023, 35(4): 298-301. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0726.2023.04.011.
LIU J, SUN L J. Application effect of low molecular weight heparin calcium in patients with spinal cord traumas after pedicle screw internal fixation[J]. Chin J Burns Wounds Surf Ulcers, 2023, 35(4): 298-301. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0726.2023.04.011.

[28] ELSHAHAAT H A, ZAYED N E, ATEYA M A, *et al*. Role of serum biomarkers in predicting management strategies for acute pulmonary embolism[J]. Heliyon, 2023, 9(11): e21068. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e21068.

[29] 罗麟洁, 刘晟文, 张友兰, 等. 血小板参数联合Wells评分对肺血栓栓塞症诊断及预后的评估价值[J]. 川北医学院学报, 2024, 39(1): 55-58. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2024.01.013.
LUO L J, LIU S W, ZHANG Y L, *et al*. Evaluated value of platelet parameters combined with Wells score in the diagnosis and prognosis of pulmonary thromboembolism[J]. J N Sichuan Med Coll, 2024, 39(1): 55-58. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2024.01.013.

[30] 熊炜, 童岷奎, 舒君瑜, 等. 血栓弹力图联合凝血六项指标评估急诊多发性创伤患者病情严重程度的应用价值[J]. 现代医院, 2023, 23(6): 981-984. DOI: 10.3969/j.issn.1671-332X.2023.06.042.
XIONG W, TONG M K, SHU J Y, *et al*. Observation on the application value of thromboelastogram combined with six indexes of coagulation in evaluating the severity of emergency patients with multiple trauma[J]. Mod Hosp, 2023, 23(6): 981-984. DOI: 10.3969/j.issn.1671-332X.2023.06.042.

(**收稿**:2024-04-15;**修回**:2024-07-05)
(编辑 张 维)