

• 临床研究 •

基于急诊CT的创伤性颈髓损伤危险因素研究

周正,方熙,康健,李华,陈旭锋,周浩*,李琳*

南京医科大学第一附属医院急诊与危重症医学科,江苏 南京 210029

[摘要] 目的:基于急诊CT检查评估多发伤患者中创伤性脑损伤(trumatic brain injury, TBI)合并创伤性颈髓损伤(trumatic cervical spinal cord injury, TCSCI)的危险因素及其对预后的影响。方法:回顾性分析2020年1月—2022年12月南京医科大学第一附属医院急诊接诊时不排除TCSCI的218例多发创伤患者资料,根据入院后颈椎MRI结果,确定是否存在TCSCI,分为TCSCI和非TCSCI组。通过多因素Logistic回归分析,筛选出独立危险因素构建受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线预测模型并进行内部验证。结果:69例(31.7%)患者合并TCSCI,多因素Logistic回归分析结果显示,较高的头部简明损伤评分(head abbreviated injury scale, hAIS)(OR=1.552, 95%CI: 1.101~2.188)、下颈椎损伤分类(sub-axial injury classification, SLIC)评分(OR=1.235, 95%CI: 1.006~1.517)和截瘫症状(OR=3.810, 95%CI: 1.115~13.020)是TCSCI的独立危险因素。预测模型ROC曲线下面积为0.900(95%CI: 0.859~0.941),通过Hosmer-Lemeshow检验评价模型效果,提示预测模型区分度和校准度均较好。结论:hAIS、SLIC评分和截瘫症状是多发创伤患者合并TCSCI的独立危险因素,针对不排除TCSCI的多发创伤患者,进行急诊CT检查并评估hAIS、SLIC评分、截瘫症状可能有效筛选出高危TCSCI患者。

[关键词] 创伤性颈髓损伤;急诊CT;头部简明损伤评分;下颈椎损伤分类;截瘫症状;危险因素

[中图分类号] R681.54

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2025)03-346-08

doi: 10.7655/NYDXBNSN241372

Research on risk factors of traumatic cervical spinal cord injury based on emergency CT

ZHOU Zheng, FANG Xi, KANG Jian, LI Hua, CHEN Xufeng, ZHOU Hao*, LI Lin*

Department of Emergency and Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029

[Abstract] **Objective:** To evaluate the risk factors and prognostic impact of traumatic brain injury (TBI) combined with traumatic cervical spinal cord injury (TCSCI) in patients with multiple traumas based on emergency CT. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the data of 218 patients with multiple traumas who were admitted to the emergency department of the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University from January 2020 to December 2022, in whom TCSCI was not excluded. Patients were divided into the TCSCI group and non-TCSCI group based on cervical MRI results. Multivariate logistic regression analysis was used to screen for independent risk factors, construct a receiver operating characteristic (ROC) curve prediction model, and perform internal validation. **Results:** TCSCI was identified in 69 patients (31.7%). Multivariate logistic regression analysis showed that higher head abbreviated injury scale (hAIS) scores (OR=1.552, 95%CI: 1.101-2.188), sub-axial injury classification (SLIC) scores (OR=1.235, 95%CI: 1.006-1.517), and paraplegia symptoms (OR=3.810, 95%CI: 1.115-13.020) were independent risk factors for TCSCI. The ROC curve for the predictive model showed an area under the curve (AUC) of 0.900 (95%CI: 0.859-0.941). The Hosmer-Lemeshow test confirmed good discriminative ability and calibration of the model. **Conclusion:** hAIS, SLIC scores, and paraplegia symptoms are independent risk factors for TCSCI in patients with multiple traumas. Emergency CT combined with assessment of hAIS, SLIC scores, and paraplegia may effectively identify high-risk TCSCI patients with multiple traumas where TCSCI cannot be excluded.

[Key words] traumatic cervical spinal cord injury; emergency CT; head abbreviated injury scale score; sub-axial injury classification; paraplegia symptom; risk factors

[J Nanjing Med Univ, 2025, 45(03): 346-352, 359]

[基金项目] 国家自然科学基金(82302794);江苏省基础 research 计划自然科学基金(BK20220734);江苏省人民医院临床能力提升工程项目(JSPH-MC-2022-28)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: njmull@163.com (ORCID: 0009-0001-3700-107X); shishangzhouhao@163.com (ORCID: 0000-0001-8321-0561)

创伤性颈髓损伤(traumatic cervical spinal cord injury, TCSCI)是一种高能量、高风险的急性中枢神经系统(central nervous system, CNS)创伤性疾病,往往造成患者损伤部位以下的运动感觉功能障碍,甚至死亡^[1]。在尽早保护下现场转运、早期明确诊断和尽快确定性治疗是降低患者死亡率、改善颈髓神经功能和提高患者生存质量的关键。TCSCI主要由交通伤、坠落伤、重物砸伤等高能因素致伤,因此,TCSCI通常是多发损伤的一部分^[2]。其中,颅脑和颈椎存在生理结构和生物力学的密切关系,使创伤性脑损伤(traumatic brain injury, TBI)合并TCSCI的发生率大大增加,同时TBI常见的不同程度的意识障碍和肢体感觉运动障碍也容易导致TCSCI早期的漏诊、误诊^[3]。TCSCI明确诊断的“金标准”是核磁共振(magnetic resonance imaging, MRI)^[4-6],而MRI检查耗时长、检查时不能带入含金属物质等局限性,极大增加了危重症多发伤患者的二次损伤风险,使MRI在多发伤早期难以推广和普及^[7-8]。因此,在TCSCI患者中构建基于计算机断层扫描(computed tomography, CT)检查的早期预测模型,以筛选需早期行MRI检查和TCSCI手术的患者,对TCSCI的早期诊断、早期处理至关重要。本研究回顾性分析2020年1月—2022年12月南京医科大学第一附属医院急诊接诊时不排除TCSCI的多发创伤患者,旨在根据CT检查结果及症状查体等早期易获得性因素构建TCSCI的预测模型。

1 对象和方法

1.1 对象

选择2020年1月—2022年12月南京医科大学第一附属医院急诊多发创伤患者。纳入标准:年龄 ≥ 14 周岁;有明确的近期外伤史,且颈部损伤不能排除;入院时有完整的头、颈、躯干CT检查;住院期间至少有1次MRI确认或排除TCSCI诊断,其他临床资料完整。排除标准:院前心跳呼吸骤停;临床资料不完整;外院已确认存在TCSCI。根据颈椎MRI结果确定是否存在TCSCI,分为TCSCI和非TCSCI组。本研究由南京医科大学第一附属医院伦理委员会批准(伦理号2023-SR-606)。

1.2 方法

回顾性收集患者的院前时间、年龄、性别、入院时生命体征(血压、呼吸频率、心率、体温、指脉氧饱和度)、入院时体格检查(是否存在左右瞳孔不等大、双上肢和/或双下肢肢体运动、感觉、二便功能障

碍)、致伤因素、入院时的格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)、既往史(高血压、糖尿病、冠心病、脑卒中、肿瘤、慢性肺疾病)、入院首次实验室结果、入院时是否使用呼吸机、血管活性药物、入院后是否行TBI手术或颈髓减压手术、并发症情况(发生褥疮、肺部感染、下肢静脉血栓)、在院时间、预后情况(出院时生存死亡情况)、出院时行格拉斯哥预后评分(Glasgow outcome scale, GOS)。患者头+颈+躯干CT影像学检查。根据CT检查结果,收集如下资料:是否存在颅骨骨折、硬膜下血肿、硬膜外血肿、蛛网膜下腔出血、脑挫裂伤/脑出血、颅内积气、颅内多处损伤、面骨骨折、下颌骨骨折、颈椎骨折、颈椎间盘突出、颈椎钙化、胸腰椎体骨折,根据CT结果评定创伤严重程度评分(injury severity score, ISS)。联合CT检查结果,若怀疑为下颈椎损伤(下颈椎是指颈3~颈7节段),则通过患者的CT与体格检查情况评定下颈椎损伤分类(sub-axial injury classification, SLIC)。根据MRI检查结果,收集是否存在弥漫性轴索损伤(diffuse axonal injury, DAI),确定是否存在TCSCI。

1.3 统计学方法

采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析。对于定量资料,若满足正态分布,用均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用独立样本 t 检验对比组间差异;若不满足正态分布,用中位数(四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,采用Mann-Whitney U 检验对比组间差异;定性资料用例数(百分比)[$n(\%)$]描述,采用卡方检验或Fisher精确检验对比组间差异。以明确诊断TCSCI为结局,对各影响因素进行单因素Logistic回归分析;以单因素分析中 $P < 0.01$ 的因素为自变量,以TCSCI为因变量,进行多因素二元Logistic回归分析,采取“向前:有条件”法进行逐步回归分析,进入和剔除标准分别为0.05和0.10,纳入多因素Logistic回归分析,并绘制列线图建立预测模型。所有统计检验均采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究共收集218例多发伤患者的临床资料, MRI明确TCSCI诊断69例,非TCSCI 149例。218例患者中,院前时间20 min~8 d,中位时间5 h;男性167例,女性51例;年龄14~98岁,中位年龄56岁;既往有高血压57例,糖尿病19例,冠心病6例,脑卒中6例,肿瘤2例,慢性阻塞性肺病1例;交通伤102例,

坠落伤33例,重物砸伤11例,跌倒伤3例;ISS评分2~50分,中位评分19分;颅骨骨折65例,颅内损伤107例,面骨骨折70例,下颌骨骨折11例,颈椎骨折109例,颈椎间盘突出189例,颈椎钙化11例,胸腰椎骨折78例;体格检查中两瞳孔不等大13例,截瘫62例(表1)。

统计结果表明,TCSCI组较非TCSCI组,男性占比较高($P < 0.05$),血压、心率较低($P < 0.05$)。在致伤因素方面,坠落伤、重物砸伤、跌倒伤更易造成TCSCI($P < 0.05$)。在ISS评分方面,相比非TCSCI患者,TCSCI组患者的头部简明损伤评分(head ab-

breviated injury scale, hAIS)明显较高,而面部、胸部、腹部、四肢、皮肤AIS评分明显较低($P < 0.05$)。非TCSCI组,其颅骨骨折、颅内损伤(硬膜下血肿、蛛网膜下出血、脑挫伤/出血)、面骨骨折的发生率高于合并TCSCI组($P < 0.05$),同时颈椎骨折、颈椎间盘突出的发生率低于合并TCSCI组($P < 0.05$)。在颅内损伤的部位方面,TCSCI组主要表现为多处损伤(常见为前后对冲伤),非TCSCI组主要为前额、后枕或颞叶的单一损伤($P < 0.05$)。相比非TCSCI组,TCSCI组的SLIC评分较高。此外,TCSCI组患者的截瘫发生率显著高于非TCSCI组($P < 0.05$)。

表1 两组患者一般情况对比

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the TCSCI and non-TCSCI groups

Characteristic	Total (n=218)	TCSCI group (n=69)	Non-TCSCI group (n=149)	χ^2/Z	P
Pre hospital time [h, $M(P_{25}, P_{75})$]	5.00(3.00, 11.75)	5.00(3.00, 12.00)	5.00(3.00, 10.00)	-0.674	0.500
Age [years, $M(P_{25}, P_{75})$]	56.00(48.25, 63.00)	58.00(53.00, 63.00)	54.00(44.00, 64.00)	-1.919	0.055
Male[n(%)]	167(76.61)	59(85.51)	108(72.48)	4.464	0.035
Vital signs[$M(P_{25}, P_{75})$]					
SBP(mmHg)	130(116, 147)	126(111, 141)	131(120, 150)	-2.159	0.031
RR(beats/min)	20(17, 20)	20(17, 20)	20(18, 20)	-0.673	0.501
HR(beats/min)	82(74, 93)	77(67, 87)	85(76, 95)	-3.611	<0.001
T(°C)	36.5(36.3, 36.5)	36.5(36.2, 36.5)	36.5(36.3, 36.5)	-0.007	0.994
SpO ₂ (%)	98(96, 99)	98(96, 99)	98(96, 99)	-0.453	0.651
GCS	15(14, 15)	15(14, 15)	15(14, 15)	-0.142	0.887
Past history[n(%)]					
Hypertension	57(26.15)	16(23.19)	41(27.52)	0.458	0.499
Diabetes	19(8.72)	8(11.59)	11(7.38)	1.051	0.305
Coronary heart disease	6(2.75)	5(7.25)	1(0.67)	5.359	0.021
Stroke	6(2.75)	3(4.35)	3(2.01)	0.286	0.593
Tumor	2(0.92)	0(0)	2(1.34)	—	>0.999
Chronic obstructive pulmonary disease	1(0.46)	1(1.45)	0(0)	—	0.317
Cause of trauma[n(%)]				14.042	0.003
Traffic injury	135(61.93)	33(47.83)	102(68.46)		
Falling injury	52(23.85)	19(27.54)	33(22.15)		
Heavy object injury	20(9.17)	9(13.04)	11(7.38)		
Falling injury	11(5.05)	8(11.59)	3(2.01)		
ISS[$M(P_{25}, P_{75})$]	19.0(14.0, 25.5)	18.0(16.0, 24.0)	19.0(12.0, 26.0)	-0.528	0.598
Head-AIS	3(2, 4)	4(3, 4)	3(2, 3)	-4.473	<0.001
Face-AIS	1(1, 1)	1(1, 1)	1(1, 1)	-2.872	0.004
Thorax-AIS	0(0, 1.75)	0(0, 0)	0(0, 2)	-1.739	0.082
Abdomen-AIS	2(0, 3)	1(0, 3)	2(0, 3)	-1.306	0.192
The four limbs-AIS	0(0, 2)	0(0, 0)	0(0, 2)	-2.232	0.026
Skin-AIS	0(0, 1.75)	0(0, 0)	0(0, 2)	-3.540	<0.001
Skull fracture[n(%)]	65(29.8)	10(14.49)	55(36.91)	11.328	0.001
Intracranial injury[n(%)]	107(49.1)	22(31.88)	85(57.05)	11.948	0.001

(续表1)

Characteristic	Total (n=218)	TCSCI group (n=69)	Non-TCSCI group (n=149)	χ^2/Z	P
Subdural hematoma[n(%)]	40(18.35)	5(7.25)	35(23.49)	8.306	0.004
Epidural hematoma[n(%)]	22(10.09)	5(7.25)	17(11.41)	0.901	0.343
Subarachnoid hemorrhage[n(%)]	74(33.94)	16(23.19)	58(38.93)	5.209	0.022
Cerebral contusion/hemorrhage[n(%)]	63(28.90)	7(10.14)	56(37.58)	17.280	<0.001
DAI[n(%)]	10(4.59)	2(2.90)	8(5.37)	0.214	0.643
Pneumocephalus[n(%)]	15(6.89)	2(2.90)	13(8.72)	1.672	0.196
Intracranial injury site[n(%)]				21.481	<0.001
Prefrontal region	32(29.91)	3(13.64)	29(34.12)		
Posterior occipital region	12(11.21)	1(4.55)	11(12.94)		
Temporal lobe region	29(27.10)	2(9.09)	27(31.76)		
Multiple site damage	34(31.78)	16(72.73)	18(21.18)		
Maxillofacial fracture[n(%)]	70(32.11)	14(20.29)	56(37.58)	6.470	0.011
Mandibular fracture[n(%)]	11(5.05)	2(2.90)	9(6.04)	0.426	0.514
Cervical vertebra fracture[n(%)]	109(50.00)	44(63.77)	65(43.62)	7.655	0.006
Cervical disc herniation[n(%)]	189(86.70)	65(94.2)	124(83.22)	4.931	0.026
Cervical calcification[n(%)]	11(5.05)	3(4.35)	8(5.37)	0.000	>0.999
Thoracolumbar fracture[n(%)]	78(35.78)	19(27.54)	59(39.60)	2.986	0.084
SLIC[M(P ₂₅ , P ₇₅)]	1(0, 5)	5(2, 7)	0(0, 1)	-8.761	<0.001
Physical examination[n(%)]					
Anisocoria	13(6.0)	1(1.45)	12(8.05)	2.585	0.108
Paraplegia	62(28.4)	46(66.67)	16(10.74)	72.484	<0.001

SBP: systolic blood pressure; RR: respiratory rate; HR: heart rate; T: body temperature; SpO₂: finger pulse oxygen saturation.

通过多因素回归分析,进一步研究影响TCSCI的危险因素。研究结果显示,TCSCI与hAIS、SLIC评分、截瘫症状密切相关,呈正相关($P < 0.05$,表2)。

进一步统计218例患者的治疗、并发症及预后

情况,结果显示,TCSCI组的69例患者中,6例使用了呼吸机治疗,5例使用了血管活性药物,均未接受TBI手术,33例行脊椎手术,1例并发褥疮,12例并发肺部感染,21例并发下肢静脉血栓,无患者住院

表2 影响TCSCI的多因素回归分析

Table 2 The multivariate regression analysis of influencing factors of TCSCI

Factor	B	SE	Wald	P	OR(95%CI)
Gender	-1.317	0.562	5.493	0.059	0.268(0.089-0.806)
Head-AIS	0.440	0.175	6.305	0.012	1.552(1.101-2.188)
The four limbs-AIS	-0.286	0.178	2.589	0.108	0.752(0.531-1.064)
Skin-AIS	-0.389	0.225	2.986	0.084	0.678(0.436-1.054)
Intracranial injury site					
No damage	Reference level				
Prefrontal region	-0.805	0.889	0.819	0.366	0.447(0.078-2.555)
Posterior occipital region	-0.722	1.184	0.372	0.542	0.486(0.048-4.945)
Temporal lobe region	-1.649	1.107	2.217	0.137	0.192(0.022-1.685)
Multiple site damage	0.904	0.742	1.486	0.223	2.470(0.577-10.573)
SLIC	0.211	0.105	4.078	0.043	1.235(1.006-1.517)
Paraplegia					
Not have	Reference level				
Have	1.338	0.627	4.551	0.033	3.810(1.115-13.020)

期间死亡;非TCSCI组的149例患者中,8例使用了呼吸机治疗,7例使用了血管活性药物,5例行TBI手术,27例行SCI手术,无并发褥疮,24例并发肺部感染,21例并发下肢静脉血栓,1例患者住院期间死亡。出院时GOS评分,TCSCI组中位数3分,非TCSCI组中位数5分(表3)。

分析表明,TCSCI组接受脊柱手术的可能性高于非TCSCI组($P < 0.05$),同时TCSCI更易诱发下肢静脉血栓($P < 0.05$)。此外,非TCSCI组患者的GOS评分明显高于TCSCI组($P < 0.05$)。

针对hAIS、SLIC评分、截瘫症状,构建受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线及三者的回归模型(表4,图1)。通过ROC曲线可以发现,hAIS的ROC曲线下面积(the area under the curve, AUC)为0.679,SLIC评分的AUC为0.848,截瘫症状的AUC为0.780,三者诊断TCSCI方面具有统计学的意义($P < 0.05$)。此外,三者回归模型的AUC为0.900,证实在多发创伤患者中,hAIS、SLIC评分、截瘫症状三者对TCSCI的诊断具有前瞻性作用。

3 讨论

表3 两组患者的创伤治疗、并发症、预后情况对比

Table 3 Comparison of trauma treatment, complications, and prognosis between the TCSCI and non-TCSCI groups

Characteristic	Total number of cases (n=218)	TCSCI Group (n=69)	Non TCSCI group (n=149)	χ^2/Z	P
Treatment[n(%)]					
Ventilator	14	6(8.70)	8(5.37)	0.403	0.526
Vasoactive drugs	12	5(7.25)	7(4.70)	0.201	0.654
TBI operation	5	0(0)	5(3.36)	1.109	0.292
SCI operation	60	33(47.83)	27(18.12)	20.862	<0.001
Complication[n(%)]					
Bedsore	1	1(1.45)	0(0)	-	0.317
Pulmonary infection	36	12(17.39)	24(16.11)	0.056	0.812
Venous thrombosis of lower extremity	42	21(30.43)	21(14.09)	8.096	0.004
Prognosis					
Death in hospital[n(%)]	1	0(0)	1(0.67)	-	>0.999
GOS score at discharge[M(P_{25} , P_{75})]	5(3,5)	3(3,5)	5(4,5)	-5.187	<0.001

表4 hAIS、SLIC评分、截瘫症状ROC曲线下面积

Table 4 The AUC under ROC curves of hAIS, SLIC scores, and paraplegic symptoms

Factor	AUC	P	Sensitivity	Specificity	Positive predictive value	Negative predictive value
hAIS	0.679(0.604-0.755)	<0.001	0.551	0.799	0.559	0.793
SLIC	0.848(0.796-0.900)	<0.001	0.942	0.671	0.570	0.962
Paraplegic symptoms	0.780(0.718-0.841)	<0.001	0.667	0.893	0.742	0.853
Regression model	0.900(0.859-0.941)	<0.001	0.754	0.893	0.765	0.887

创伤是全球40岁以下人群死亡的首要因素,全球约10%的死亡和16%的残疾均因创伤所致^[9-10]。多发创伤是急诊的常见病、多发病,其病情具有急、重、复杂的特点。TBI是多发创伤的最常见损伤类型之一,合并TBI的患者常见意识丧失、烦躁,给患者的查体和影像学检查带来了一定难度。TCSCI也是多发创伤中较为常见损伤类型,易造成患者损伤平面以下的感觉和运动功能障碍,致死、致残率极高,因此“早诊断、早手术、早治疗、早康复”是TCSCI临床救治的重要原则^[11-12]。因为头、颈部生理结构

和受力情况的特性,TBI常合并TCSCI^[13-14],确诊TCSCI通常需要患者配合查体,且高度依赖MRI检查,但TBI患者常见意识障碍,容易干扰查体结果和MRI的决策、检查效果;另外,早期多发创伤患者生命体征常不平稳,难以耐受长时间的MRI检查,且容易造成二次损伤。因此,临床上早期确诊TCSCI是存在困难的,如何快速筛选、早期诊断TCSCI患者具有重要意义。

CT检查具有检查时间短、效率高、诊断较为全面的特点,使其成为多发创伤的首选检查^[15]。国内

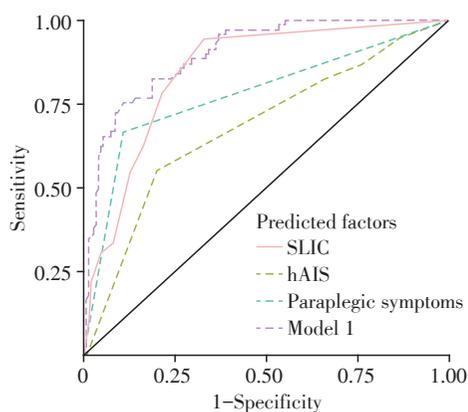


图1 hAIS、SLIC评分、截瘫症状ROC曲线

Figure 1 The ROC curves of hAIS, SLIC scores and paraplegic symptoms

外专家共识推荐可能存在 TCSCI 的患者需常规行全脊柱影像学检查,首选三维 CT^[11,16]。本研究结果显示:较高的 hAIS、SLIC 评分是 TCSCI 的独立危险因素,表明较明显的颈椎形态学破坏及较重的颅内损伤和 TCSCI 密切相关。一项 202 例患者样本的研究表明,尽管 MRI 有助于评估下颈椎骨折患者是否需要手术,但仅基于 CT 的 SLIC 评分与基于 CT 和 MRI 的 SLIC 评分结果无显著差异。该研究认为在初步评估下颈椎损伤患者是否需急诊手术时,MRI 的附加价值有限^[17]。本研究主要根据颈部 CT 结果,对患者行 SLIC 评分,评估下颈椎骨折损伤的形态学特征、椎间盘韧带复合体完整性和脊髓神经状态,以筛选出高危 TCSCI,确定其进一步行 MRI 检查和手术的必要性^[11,17]。根据头颅 CT 结果和意识障碍情况获得 hAIS 评分,结果也显示颅内损伤情况越严重的患者 TCSCI 风险越高。因此认为高的 SLIC 评分和 hAIS 患者合并 TCSCI 概率较高,条件允许下,应对这类患者及早行颈椎 MRI 排查。

截瘫症状是 TCSCI 的最典型、最重要的临床表现,包括肢体无力、感觉丧失和膀胱直肠功能障碍^[18]。体格检查是评估截瘫症状的重要方式,主要包括评估患者的肌力、肌张力、神经反射与感觉功能。截瘫症状的评估需要患者神志清楚,可配合查体。针对 TBI 存在意识障碍的患者,截瘫症状评估困难,本研究效仿脑卒中合并意识障碍的肌力、感觉评估方法,即美国国立卫生研究院中风量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)。NIHSS 量表共有 11 项评分内容,涵盖意识水平、视野、面部下垂、上肢和下肢运动能力、语言能力、构音障碍等多个方面,评分越高,表示神经功能缺损越严

重,总分范围为 0~42 分^[19]。相比 MRI 检查等传统评估手段,NIHSS 量表具有应用广泛、灵敏度高、检查成本低、检测迅速及时以及评估内容全面等优点,更适用于急诊患者的检查。然而,NIHSS 量表也存在对后循环卒中评分不够敏感等问题^[20]。本研究通过抬起患者的上、下肢并观察是否能坚持,用针尖刺激观察意识障碍患者的感觉和表情,同时检查患者的肌力、肌张力以及深、浅反射与病理征从而判断患者的截瘫症状^[21]。本研究结果表明,参照 NIHSS 评分获取的截瘫症状和 TCSCI 诊断明确相关。虽然在多发伤早期,此种肌力、感觉的评估方法可能会受到疼痛、合并肢体骨折等因素的干扰,但截瘫症状阳性作为较强的证据,是较好的 TCSCI 早期预测因素。

既往文献显示,我国 TBI 的主要致伤因素包括交通事故(53.0%)、高处坠落伤(28.6%)、暴力伤(6.8%)等高能损伤因素^[22],而 TCSCI 的致伤因素与之类似^[23]。既往研究中 TBI 合并 TCSCI 的发生率为 10%~74%^[14,23]。本研究中患者 TBI 的发生率是 79.8%(174/218),TBI 合并 TCSCI 的发生率是 35.1%(61/174)。组间比较发现颅内多处损伤最容易合并 TCSCI,其中最常见颅内多处损伤类型为前后方向的对冲损伤。这一结果在多因素回归分析中并未存在统计学差异,认为可能与亚组患者数量较少相关。本研究已通过多因素调整分析、限制纳入标准等方式降低潜在混杂因素对结果的影响。高速高能损伤时,外力作用于头部并造成脑组织与颅骨的相对运动,在头颅 CT 上常表现为对冲损伤;TCSCI 则最常由高能外力造成的脊髓甩鞭样损伤所致,其致伤机制、力学分析与颅内前后向对冲伤一致,因此认为颅内多处损伤(前后向对冲伤)可能是 TCSCI 潜在危险因素,需要更大样本量的进一步研究证实。

本研究也发现,TCSCI 组中男性患者比例显著高于非 TCSCI 组,这可能与男性在社会职业活动中更多地暴露于高风险环境有关,如建筑工地、交通事故等。此外,TCSCI 组患者的血压和心率较低,这可能与颈髓损伤导致的自主神经功能障碍有关。在排除出血、颅压升高等其他损伤情况所致可能性后,不明原因的血压、心率同时降低,也需要考虑到高位 TCSCI 的可能性,这对于初步评估与识别 TCSCI 也具有一定的参考意义。

本研究的局限性在于:①样本量相对较小,且为单中心研究。②TCSCI 组没有患者行 TBI 手术,这可能与创伤早期临床医生更关注 TBI 有关。需手

术治疗的TBI患者因需立即接受颅脑手术或者早期死亡,无法行MRI确诊TCSCI;急诊TBI手术成功的患者也可能因长时间意识障碍或机械通气,而损伤脊髓的水肿可能在此期间减退,从而漏诊和错过TCSCI手术期。因此,未来的研究应扩大样本量,进行多中心研究,并进行长期随访,以进一步验证和完善该预测模型。此外,未来研究还应探索更多生物标志物和影像学特征,以提高模型的准确性和临床应用价值。

综上所述,本研究通过构建基于CT检查和早期可获得性因素的TCSCI预测模型,为早期诊断和治疗TCSCI提供了重要依据。这一模型能够有效地识别需要早期进行MRI检查的患者,对于提高TCSCI的早期诊断率、降低误诊率具有重要意义。未来的研究应进一步探索和验证这一模型,以改善TCSCI患者的预后。

利益冲突声明:

本文所有作者均无利益冲突。

Conflict of Interests:

None of the authors of this article has a conflict of interest.

作者贡献声明:

周正负责数据收集与分析,文章撰写;方熙负责数据收集;康健、李华、陈旭锋负责数据分析;周浩、李琳负责实验设计与实验指导。

Author's Contributions:

ZHOU Zheng performed data collection and analysis and wrote the manuscript; FANG Xi contributed to data collection; KANG Jian, LI Hua, and CHEN Xufeng conducted data analysis; ZHOU Hao and LI Lin designed the study and supervised the experiments.

[参考文献]

- [1] ELI I, LERNER D P, GHOGAWALA Z. Acute traumatic spinal cord injury[J]. *Neurol Clin*, 2021, 39(2): 471-488
- [2] LU Y, SHANG Z, ZHANG W, et al. Global, regional, and national burden of spinal cord injury from 1990 to 2021 and projections for 2050: a systematic analysis for the global burden of disease 2021 study[J]. *Ageing Res Rev*, 2025, 103: 102598
- [3] PANDRICH M J, DEMETRIADES A K. Prevalence of concomitant traumatic cranio-spinal injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurosurg Rev*, 2020, 43(1): 69-77
- [4] TARAWNEH A M, D' AQUINO D, HILIS A, et al. Can MRI findings predict the outcome of cervical spinal cord injury? A systematic review [J]. *Eur Spine J*, 2020, 29(10): 2457-2464
- [5] MALOMO T, ALLARD B A, BALE K, et al. Quantifying intraparenchymal hemorrhage after traumatic spinal cord injury: a review of methodology [J]. *J Neurotrauma*, 2022, 39(23-24): 1603-1635
- [6] GHAFFARI-RAFI A, PETERSON C, LEON-ROJAS J E, et al. The role of magnetic resonance imaging to inform clinical decision-making in acute spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2021, 10(21): 4948
- [7] POURTAHERI S, EMAMI A, SINHA K, et al. The role of magnetic resonance imaging in acute cervical spine fractures [J]. *Spine J*, 2014, 14(11): 2546-2553
- [8] MATHIEU J, TALBOTT J F. Magnetic resonance imaging for spine emergencies [J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2022, 30(3): 383-407
- [9] SHARROCK A E, MIDWINTER M. Damage control-trauma care in the first hour and beyond: a clinical review of relevant developments in the field of trauma care [J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2013, 95(3): 177-183
- [10] 方熙, 刘丹, 李华, 等. RTS评分联合BAR预测急诊创伤绿色通道患者预后的回顾性研究 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2023, 43(11): 1562-1567
- [10] FANG X, LIU D, LI H, et al. A retrospective study of RTS score combined with bar in predicting the prognosis of patients with emergency trauma green channel [J]. *Journal of Nanjing Medical University (Nature Sciences)*, 2023, 43(11): 1562-1567
- [11] 向强, 张建波. 中国人民解放军总医院第四医学中心. 成人颈椎损伤急诊诊治专家共识 [J]. *中国急救医学*, 2022, 42(3): 189-196
- [11] XIANG Q, ZHANG J B. Expert consensus on emergency diagnosis and treatment of adult cervical spine injury [J]. *Chinese Journal of emergency medicine*, 2022, 42(3): 189-196
- [12] MAHANES D, MUEHLSCHLEGEL S, WARTENBERG K E, et al. Guidelines for neuroprognostication in adults with traumatic spinal cord injury [J]. *Neurocrit Care*, 2024, 40(2): 415-437
- [13] GUAN B, ANDERSON D B, CHEN L, et al. Global, regional and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *BMJ Open*, 2023, 13(10): e75049
- [14] KUSHNER D S, ALVAREZ G. Dual diagnosis: traumatic brain injury with spinal cord injury [J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2014, 25(3): 681-696
- [15] RUIZ S F, LAINEZ R A, WANG Y, et al. The role of radiography in the study of spinal disorders [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2020, 10(12): 2322-2355

(下转第359页)

患者静脉溶栓的预后影响因素分析[J].中华老年心脑血管病杂志,2022,24(5):507-511

XU W, LI H P, WANG Z, et al. Risk factors for the outcomes in ≥ 80 years old ACI patients after intravenous thrombolysis[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2022, 24(5): 507-511

- [18] YOU S J, HAN Q, DONG X F, et al. Prognostic significance of international normalised ratio and prothrombin

time in Chinese acute ischaemic stroke patients[J]. Postgrad Med J, 2023, 99(1170): 333-339

- [19] OHARA T, FARHOUDI M, BANG O Y, 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

[收稿日期] 2024-01-24

(本文编辑:蒋莉)

(上接第352页)

- [16] DAVID G, MOHAMMADI S, MARTIN A R, et al. Traumatic and nontraumatic spinal cord injury: pathological insights from neuroimaging[J]. Nat Rev Neurol, 2019, 15(12): 718-731

- [17] MASCARENHAS D, DREIZIN D, BODANAPALLY U K, et al. Parsing the utility of CT and MRI in the subaxial cervical spine injury classification (SLIC) system: is CT SLIC enough?[J]. AJR Am J Roentgenol, 2016, 206(6): 1292-1297

- [18] GOLESTANI A, SHOBEIRI P, SADEGHI-NAINI M, et al. Epidemiology of Traumatic spinal cord injury in developing countries from 2009 to 2020: a systematic review and meta-analysis[J]. Neuroepidemiology, 2022, 56(4): 219-239

- [19] MISTRY E A, YEATTS S D, KHATRI P, et al. National institutes of health stroke scale as an outcome in stroke research: value of ANCOVA over analyzing change from

baseline[J]. Stroke, 2022, 53(4): 150-155

- [20] ALEMSEGED F, ROCCO A, ARBA F, et al. Posterior national institutes of health stroke scale improves prognostic accuracy in posterior circulation stroke[J]. Stroke, 2022, 53(4): 1247-1255

- [21] BABAKHANYAN I, CARLOZZI N E, MCKENNA B S, et al. National institutes of health toolbox emotion battery: application of summary scores to adults with spinal cord injury, traumatic brain injury, and stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2019, 100(10): 1863-1871

- [22] JIANG J Y, GAO G Y, FENG J F, et al. Traumatic brain injury in China[J]. Lancet Neurol, 2019, 18(3): 286-295

- [23] BUDISIN B, BRADBURY C C, SHARMA B, et al. Traumatic brain injury in spinal cord injury: frequency and risk factors[J]. J Head Trauma Rehabil, 2016, 31(4): E33-E42

[收稿日期] 2024-12-09

(本文编辑:唐震)