

# 急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统的初步建立与评价\*

杨默<sup>1</sup> 赵胤杰<sup>2</sup> 田铸<sup>2</sup> 王伟<sup>2</sup> 向强<sup>2</sup> 李科<sup>2</sup>

(1. 重庆医科大学附属第三医院门诊部, 重庆 401120; 2. 陆军军医大学第一附属医院急救部, 重庆 400038)

**【摘要】** 目的 探讨急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统的初步建立与评价。方法 回顾性分析 2012 年 6 月~2020 年 6 月陆军军医大学第一附属医院急救部收治的 282 例急性闭合性颅脑损伤患者的临床资料,按是否发生进展性出血性损伤分为进展组( $n=62$ )和非进展组( $n=220$ ),采用卡方检验或  $t$  检验比较两组患者的年龄、性别、受伤部位、受伤机制、损伤类型(单一/多发颅脑损伤)、对光反射、GCS 评分、多项生理指标和 CT 分级等资料,采用 ROC 曲线和多变量 Logistic 回归分析确定急性闭合性颅脑损伤后进展性出血的危险因素,根据回归系数  $\beta$  赋值后建立急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统。结果 年龄( $\geq 56.5$  岁)、合并多种颅脑损伤、对光反射(迟钝)、GCS 评分(9~12 分)、白细胞(WBC, $\geq 14.76 \times 10^9/L$ )、凝血酶原时间(PT, $\geq 11.25$  s)、D-2 聚体(D-dimer, $\geq 10.51$  mg/L)、活化部分凝血活酶时间(APTT, $\geq 27.4$  s)等 8 个指标为进展性出血损伤的独立危险因素( $P < 0.05$ ),赋值后形成急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统,并划分了低危、中危、高危和极高危四个危险分层,四个危险分层患者进展性出血发生率分别为 2.4%、17.5%、46.4%、91.4%。结论 建立急性闭合性颅脑损伤进展性出血的预测系统可以早期、方便、准确地进行伤情评估。

**【关键词】** 颅脑损伤;闭合性;进展性出血;预测系统

**【中图分类号】** R651.1<sup>+</sup>5 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 06. 011

## Preliminary establishment and evaluation of progressive hemorrhage prediction system in acute closed craniocerebral injury

YANG Mo<sup>1</sup>, ZHAO Yinjie<sup>2</sup>, TIAN Zhu<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>2</sup>, XIANG Qiang<sup>2</sup>, LI Ke<sup>2</sup>

(1. Outpatient Department, The Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 401120, China;  
2. Emergency Department, The First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China)

**【Abstract】** **Objective** To establish a preliminary prediction system for progressive hemorrhage in patients with acute closed craniocerebral injury. **Methods** The clinical data of 282 patients with acute closed craniocerebral injury treated in the Emergency Department of the First Affiliated Hospital of Army Medical University from 2012 to 2020 were analyzed retrospectively. The patients were divided into progressive group ( $n=62$ ) and non-progressive group ( $n=220$ ) according to the occurrence of progressive hemorrhagic injury. Chi-square test or  $t$ -test was used to compare the data of age, sex, site of injury, mechanism of injury, type of injury (Single/multiple craniocerebral injuries), light reflex, GCS score, multiple physiological indexes and CT grading of patients between the two groups. ROC curves and multivariate Logistic regression analysis were used to determine the risk factors of progressive hemorrhage after acute closed craniocerebral injury. The prediction system for progressive hemorrhage of acute closed craniocerebral injury was established according to the value of regression coefficient  $\beta$ . **Results** Age (56.5 years or older), multiple craniocerebral injuries, light reflex (retardation), GCS score (9-12), white blood cell ( $14.76 \times 10^9/L$  or more than), PT (11.25 s or more than), D-dimer (10.51 mg/L or more than), and APTT (27.4 s or more than) were independent risk factors for progressive

基金项目:重庆市社会事业与民生保障科技创新专项(cstc2018jcsx-msybX0086)

通信作者:李科,E-mail:like19750618@163.com

引用本文:杨默,赵胤杰,田铸,等.急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统的初步建立与评价[J].西部医学,2022,34(6):834-838,842.

DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 06. 011

hemorrhagic injury ( $P < 0.05$ ). These variables were given specific scores and prediction system was established, and the outcome was divided into four risk stratifications: low-risk, medium-risk, high-risk, and very high-risk.

**Conclusion** The establishment of prediction system for progressive hemorrhage in acute closed craniocerebral injury can be used for early, convenient and accurate assessment of the injury.

**【Key words】** Craniocerebral injury; Closed; Progressive hemorrhage; Prediction system

随着社会经济的迅猛发展,创伤性颅脑损伤(Traumatic brain injury, TBI)日益多发,极高的致死致残率严重危害着人类生命健康<sup>[1]</sup>。TBI发生后,患者病情变化迅速,尤其是非手术治疗者,病程中容易出现进展性出血损伤(Progressive hemorrhagic injury, PHI),其病理生理基础是继发性脑缺血、脑出血和脑水肿,文献报道颅脑外伤后 PHI 发生率约为 8%~67%<sup>[2-3]</sup>,可使颅脑损伤危险性增加 5 倍<sup>[4]</sup>。临床医生若不充分认识和重视,将延误伤者病情诊治,以致错过最佳治疗时机,给患者带来无法挽回的后果。因此,该项研究旨在探索 PHI 的独立危险因素并建立预测系统,以便帮助临床医师对急性闭合性颅脑损伤后 PHI 的发生进行早期评估与干预,为临床改善 TBI 患者预后提供一定指导。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2012 年 6 月~2020 年 6 月陆军军医大学第一附属医院急救部收治的 282 例急性闭合性颅脑损伤住院患者的临床资料进行回顾性分析,按照颅脑损伤后进展性出血损伤定义<sup>[5-6]</sup>将发生进展性出血性损伤病例设为进展组( $n=62$ ),将未发生进展性出血性损伤病例设为非进展组( $n=220$ )。纳入标准:①有明确的颅脑外伤史。②受伤时间为 24 h 以内。③颅脑损伤为闭合性损伤。④伤后 24 h 内行首次颅脑 CT 检查(以第一次颅脑 CT 检查结果为标准)。排除标准:①开放性颅脑损伤。②入院时已有急诊开颅手术指征(伤后首次头颅 CT 检查)。③合并有其它部位损伤的严重多发伤(除外其他部位损伤直接危及生命)。④年龄<16 周岁或孕妇。⑤入院前已有严重的慢阻肺、冠心病、肝病、肾病等;急慢性心力衰竭、糖尿病、血友病、恶性肿瘤、深静脉血栓、肺梗死等。⑥既往有颅内病变。⑦近 3 个月内有过抗凝治疗。本研究经医院伦理委员会批准,并获得患者或家属的知情同意。

### 1.2 急性闭合性颅脑损伤后进展性出血的判断标准

颅脑损伤后进展性出血损伤定义为:经过复查 CT 或者手术证实与伤后首次 CT 扫描相比所显示的已有脑挫裂伤或血肿的体积增大( $\geq 20\%$ )或新出现的出血性病灶。出血性病灶包括:脑挫裂伤、颅内血肿、蛛网膜下腔出血、硬膜下血肿、硬膜外血肿等。

1.3 临床资料收集 记录患者的如下资料:①一般项目:年龄、性别、受伤部位、受伤机制。②GCS 评分。③对光反射。④CT 显示的损伤类型(脑挫裂伤、多发性脑内血肿、蛛网膜下腔出血、硬膜下血肿、硬膜外血肿等)。⑤生理指标:心率(b/m)、呼吸频率(b/m)、平均动脉压(mmHg)、白细胞(WBC,  $\times 10^9/L$ )、血小板( $\times 10^9/L$ )、血红蛋白(g/L)、C 反应蛋白(CRP, mg/L)、凝血酶原时间(PT, sec)、活化部分凝血活酶时间(APTT, sec)、D-二聚体(D-dimer, mg/L)、血钠(mmol/L)、血糖(mmol/L)、血钙(mmol/L)。⑥CT 分级:A. Marshall CT 分级:Marshall CT 分级<sup>[7]</sup>分为五类:弥漫损伤 I 级(正常),颅脑 CT 上未见任何异常;弥漫损伤 II 级:颅脑 CT 上见基底池及脑实质密度基本正常,中线结构偏移在 0~5 mm 以内,和/或混杂及高密度影体积不超过 25 cm<sup>3</sup>,可能会有骨碎片或异物;弥漫损伤 III 级(肿胀):颅脑 CT 上见基底池受压,但中线结构偏移在 0~5 mm 以内,混杂及高密度影体积不超过 25 cm<sup>3</sup>;弥漫损伤 IV 级(中线):中线结构偏移在超过 5 mm,混杂及高密度影体积不超过 25 cm<sup>3</sup>;局灶损伤 V 级:无须外科手术处理的局灶性损伤。B. Fisher CT 分级:Fisher CT 分级<sup>[8]</sup>分为四类:1 级:蛛网膜下腔未见血液;2 级:纵裂、脑岛池等各扫描层有薄层血液,厚度<1 mm,或血液弥漫分布于蛛网膜下腔;3 级:蛛网膜下腔局限血凝块,或垂直各层面血块厚度 $\geq 1$  mm;4 级:脑内或脑室内血块,无或有弥漫性蛛网膜下腔出血。

1.4 统计学分析 所有数据采用 SPSS 20.0 进行统计学分析。计数资料以率(%)表示,组间比较用  $\chi^2$  检验;计量资料检验分布情况后,符合正态分布的以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用  $t$  检验,非正态分布的以中位数和四分位间距[M, (Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。采用多因素 Logistic 回归分析筛选急性闭合性颅脑损伤后进展性出血损伤的独立危险因素,根据回归系数  $\beta$  赋值后建立预测系统。采用 ROC 曲线结合聚类分析划分危险分层。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组患者的资料比较 纳入患者中男 204 例,女 78 例,平均年龄(47.11 $\pm$ 15.26)岁;两组患者的年

龄、损伤类型(单一/合并多种损伤)、GCS 评分、对光反射、Marshall CT 分级、平均动脉压、白细胞、血小板、APTT、PT、D 二聚体、血糖等差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 1。

表 1 两组临床资料及相关危险因素比较 [ $\bar{x} \pm s, n (\times 10^{-2})$ ]

Table 1 Comparison of clinical data and related risk factors between the two groups

基线资料	非进展组 (n=220)	进展组 (n=62)	P
年龄(岁)	45.63±14.36	52.39±17.20	0.002
损伤类型			<0.001
单一损伤	108(70.1)	46(29.9)	
多种损伤	112(87.5)	16(12.5)	
对光反射			<0.001
灵敏	200(90.9)	18(29.1)	
迟钝	18(8.2)	38(61.3)	
消失	2(0.9)	6(9.6)	
GCS 评分(分)			<0.001
13~15	192(87.3)	8(12.9)	
9~12	26(11.8)	38(61.3)	
3~8	2(0.9)	16(25.8)	
Marshall CT 分级			0.031
I 级	10(71.4)	4(28.6)	
II 级	128(79.0)	34(21.0)	
III 级	12(66.7)	6(33.3)	
IV 级	4(40.0)	6(60.0)	
V 级	64(82.1)	14(17.9)	
平均动脉压(mmHg)	91.41±13.37	96.95±19.91	0.011
白细胞( $\times 10^9/L$ )	11.91±3.85	13.76±5.34	0.002
血小板( $\times 10^9/L$ )	191.35±59.29	158.45±29.91	<0.001
PT(sec)	11.39±1.06	11.84±0.76	0.002
APTT(sec)	26.09±4.10	28.64±4.28	<0.001
D-二聚体(sec)	7.77±3.85	9.60±4.35	0.004
血糖(mmol/L)	6.85±1.72	7.66±1.83	0.002

2.2 多因素 Logistic 回归分析筛选独立危险因素并建立危险评分系统 多因素 Logistic 回归分析结果

显示:年龄( $\geq 56.5$ 岁)、两种及两种以上颅脑损伤类型、对光反射(迟钝)、GCS 评分(9~12分)、PT( $\geq 11.25$ s)、D-dimer( $\geq 10.51$ mg/L)、APTT( $\geq 27.4$ s)、白细胞( $\geq 14.76 \times 10^9/L$ )等 8 个指标为进展性出血的独立危险因素。根据回归系数  $\beta$ , 分别对危险因素赋予具体分值(除以 0.91, 乘以 5 取整数):年龄  $\geq 56.5$  岁赋 9 分; PT  $\geq 11.25$ s 赋 13 分; D-dimer  $\geq 10.51$  mg/L 赋 7 分; APTT  $\geq 27.4$  s 赋 5 分; 白细胞  $\geq 14.76 \times 10^9/L$  赋 5 分; 对光反射迟钝赋 10 分; GCS 评分 9~12 分赋 8 分; 多种颅脑损伤病理学改变赋 8 分, 以上 8 项指标其余结果赋 0 分, 计算出各项相关危险因素具体得分(见表 2)和 8 项指标总分值, 根据最后总得分, 采用 ROC 曲线结合聚类分析, 建立急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统(见表 3)。将急性闭合性颅脑损伤患者分为四组: 低危进展组(0~16分)、中危进展组(17~25分)、高危进展组(26~35分)和极高危进展组( $\geq 36$ 分), 四组患者进展性出血发生率分别为 2.3%、17.1%、47.3%和 90.9%, 见表 4。

表 2 多因素 Logistic 回归分析危险因素并赋值

Table 2 Multivariate Logistic regression was used to analyze risk factors and assign scores

危险因素	OR	95%可信区间	P	$\beta$ 回归系数	分值
年龄	5.11	2.1~12.42	<0.001	1.63	9
PT	9.92	3.56~27.65	<0.001	2.29	13
D-dimer	3.53	1.42~8.73	0.006	1.26	7
APTT	2.70	1.15~6.37	0.023	0.99	5
白细胞	2.48	1.01~6.12	0.049	0.91	5
对光反射	6.46	1.54~27.09	0.011	1.87	10
GCS 评分	4.61	1.38~15.45	0.013	1.53	8
多种颅脑损伤类型	4.42	1.71~11.43	0.002	1.49	8

表 3 急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统

Table 3 Progressive hemorrhage prediction system for acute closed craniocerebral injury

分类	因素	分值	记分(分)
1	年龄(岁)	<56.5: 0分; $\geq 56.5$ : 9分;	0/9
2	APTT (sec)	<27.4: 0分; $\geq 27.4$ : 5分;	0/5
3	白细胞( $\times 10^9/L$ )	<14.76: 0分; $\geq 14.76$ : 5分;	0/5
4	D二聚体(mg/L)	<10.51 0分; $\geq 10.51$ 7分;	0/7
5	PT (sec)	<11.25: 0分; $\geq 11.25$ : 13分;	0/13
6	对光反射	灵敏/消失 0分; 迟钝 10分;	0/10
7	颅脑损伤类型	单一颅脑损伤类型: 0分; 多种颅脑损伤类型: 8分;	0/8
8	GCS 评分	3~8/13~15: 0分; 9~12: 8分	0/8
总分:			1+2+3+4+5+6+7+8(记分)

注: 低危: 0~16分; 中危: 17~25分; 高危: 26~35分; 极高危:  $\geq 36$ 分

表 4 预测系统建立数据中各组进展性出血发生率 $[n(\times 10^{-2})]$ 

Table 4 The incidence of progressive bleeding was predicted for each group in the system establishment data

组别	总得分	各组例数	各组进展性出血
低危进展组	0~16	129(45.7)	3(2.3)
中危进展组	17~25	76(27.0)	13(17.1)
高危进展组	26~35	55(19.5)	26(47.3)
极高危进展组	≥36分	22(7.8)	20(90.9)

### 3 讨论

急性颅脑损伤是目前世界范围内导致青壮年死亡及残疾的主要原因,对人们的健康危害极大,其诊断和预测手段十分有限<sup>[9]</sup>。颅脑损伤按颅腔是否与外界相通分为开放性和闭合性,开放性损伤因颅腔与外界相通,即使患者伤情产生变化,颅内压力也能得到一定程度的释放,而闭合性损伤颅腔未与外界相通,颅内压力可急剧变化,尤其是损伤后颅内进展性出血,颅内压力骤然增高,往往容易被临床医师忽视,势必增加患者致死致残机率<sup>[10]</sup>。多项研究表明,急性闭合性颅脑损伤继发进展性出血患者预后较差<sup>[11]</sup>。然而,目前临床上采取的密切观察神志、瞳孔变化结合动态头颅 CT 影像学检查<sup>[12]</sup>的经验性治疗模式,不能对患者病情做出及时、准确的预测,常导致一部分需要急诊手术的患者手术时机把握不准确,造成伤者病情诊治延误而失去最佳的治疗时机。因此,对急性闭合性颅脑损伤进展性出血的危险因素进行统计、分析、量化,并制定预测系统具有十分重要的临床意义,有助于帮助临床医师及时正确地评估伤情;同时,也可以通过此系统早期预测患者预后情况<sup>[13]</sup>,方便与患者及其家属进行有效的沟通。

本研究发现,急性闭合性颅脑损伤发生进展性出血与未发生进展性出血的患者在年龄、损伤类型、GCS 评分、对光反射、Marshall CT 分级、平均动脉压、白细胞、血小板、APTT、PT、D 二聚体、血糖等方面差异有统计学意义。高龄已被证实是 PHI 发生的高危因素,老年患者生理性脑萎缩造成颅骨与脑组织间隙增大,随着年龄增加,微血管状况变差,全身血管弹性减退、脆性增加,顺应性减低,特别是心脑血管,在颅脑受到外伤时颅内血管容易发生破裂出血,尤其高灌注情况下更易发生<sup>[14]</sup>。此外,老年患者较非老年患者易出现颅脑创伤后凝血障碍<sup>[15]</sup>,从而更易发生 PHI。平均动脉压提示脑动脉灌注压水平,正常的平均动脉压有利于维持脑组织的灌注,当其增高致调节上限时,可引起脑组织血流过度灌注,且动脉压越高,过度灌注越严重,而严重颅脑外伤病人早期往往伴有低血压,有可能导致脑组织灌注不足,故平均动脉压

动脉压过高、过低、迅速变化都可能加重脑肿胀且对血脑屏障造成损害,从而使病情恶化<sup>[16-17]</sup>,故我们认为对该类患者的血压有效控制,维持脑组织正常灌注非常重要。GCS 评分、瞳孔反应情况可以对颅脑损伤患者的意识状态进行较客观的评价<sup>[18-19]</sup>,是反应颅脑损伤程度的指标,与颅脑损伤后进展性出血损伤密切相关<sup>[20]</sup>。颅脑损伤患者交感神经兴奋、下丘脑-垂体受损等原因致血糖升高,而血糖增高可能会引起血液粘滞度升高,红细胞生存时间缩短,乳酸大量堆积导致酸中毒、细胞内水肿,损害血脑屏障,加重脑组织微循环障碍,促进颅脑损伤后进展性出血的发生<sup>[21]</sup>。本研究发现,颅脑损伤后进展性出血患者中合并多种损伤类型的比例明显高于非颅脑损伤后进展性出血患者,可能与多种损伤类型造成的挫裂伤面积相对较大、损伤程度更严重有关<sup>[22]</sup>。严重的颅脑外伤可能引起颅骨骨折,这与硬膜外血肿密切相关,颅骨板障出血往往难以自止,可能造成硬膜外血肿进行性增加,病人病情迅速恶化,有研究发现颅脑外伤出血性损伤患者的出血灶早期稳定性差,伤后 24 h 内更容易发生进展性出血损伤,故我们认为对该类患者结合临床表现即时复查颅脑 CT 尤为重要。颅脑损伤后进展性出血性损伤的发生可能与血管调节功能失调、全身缺氧及机体的保护性机制等多种原因有关<sup>[23-25]</sup>。颅脑外伤致脑内较多微血管损伤,出现缺血性或出血性改变,微血管痉挛或断裂致脑组织受损区微循环障碍,内皮细胞损伤、肿胀,脑组织严重缺氧损伤加重,颅内血管受损伤后破裂出血积于脑组织内或蛛网膜下腔,血液的降解产物及各种炎性递质影响血管收缩导致血管扩张,造成出血加剧<sup>[26]</sup>,血肿增大,此外,颅内尤其是蛛网膜下腔积血还诱发脑血管痉挛、闭塞、缺血、坏死,致脑组织继发性损害进一步加重。创伤介导的凝血功能障碍是进展性脑挫裂伤的危险因素,本研究结果显示的两组间 D-二聚体、PT、APTT、血小板差异有统计学意义,但尚不明确引起凝血功能障碍的机制<sup>[27-28]</sup>,可能与挫裂伤脑组织释放组织因子激活内源性及外源性凝血途径相关。颅脑组织富含组织因子,一量发生损伤,脑组织及血管内皮细胞受损,血脑屏障也被破坏,释放大量组织因子入血,激活凝血因子Ⅷ,激发外源性凝血系统,加之凝血的内外源途径存在交叉作用,故内源性凝血途径同时被激活,机体就出现高凝状态,局部或全身血栓形成,继发纤维蛋白溶解亢进。血小板在血栓形成、凝血、止血过程中也起着重要作用,急性颅脑损伤患者遭受创伤打击、神经系统调节紊乱等多种因素影响,血小板消耗、破坏增多,导致凝血功能异常<sup>[29]</sup>;本研究还发现:进展

组患者外周血白细胞计数明显高于非进展组,其机制可能为:颅脑损伤后脑组织缺血、缺氧、交感神经兴奋等相互作用致神经系统调节紊乱,儿茶酚胺、类固醇激素含量升高,促进骨髓池的白细胞大量释放,减缓白细胞向血管外转移,引起白细胞反应性增多<sup>[30]</sup>。

本研究初步建立了急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统,通过此系统,在急性闭合性颅脑损伤患者入院时就能够了解相关危险因素的情况,可以早期、简单、快速地预测脑外伤后进展性出血的发生,并将其划分危险程度,有助于临床对不同危险程度的患者给予不同的处置,如密切观察、积极治疗,积极复查CT、早期及时手术干预等,这有利于减少医疗资源的浪费,准确、迅速的把握手术时机,控制颅内高压,提高脑灌注,可有效改善患者预后。另外,该预测系统有助于医师及时调整治疗方案,采取合理的抢救及治疗措施,从而降低并发症的发生,提高患者生存质量,减少医疗费用和无法估计的后续护理费用,减轻家庭、社会负担。需注意的是,尽管急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统可以辅助临床医生预测颅脑损伤后进展性出血的发生,但不能仅仅只依靠此预测系统来救治病人,临床医生应根据患者具体情况,在预测系统基础上结合自己的经验作出准确的判断,通过积极的治疗干预改善颅脑损伤患者的预后。

#### 4 小结与展望

本研究结果提示,年龄、两种及两种以上颅脑损伤类型、对光反射、GCS 评分、PT、D-dimer、APTT、白细胞等 8 个指标为颅脑损伤后进展性出血的独立危险因素,现已初步建立了急性闭合性颅脑损伤进展性出血预测系统,为相关数据库的建成打下了坚实的基础,该系统可进一步作计算机智能化处理,将使临床运用更加简便、灵活,从而更好地服务于临床医疗、科研及教学工作。但本研究病例数量有限,可能产生偏倚,因此还需更大规模、多中心、前瞻性研究对其进一步调校以增加其预测的精确性。

#### 【参考文献】

- [1] 姜畅,吴建贤,洪永锋,等. iTBS 与 1 Hz rTMS 对脑卒中患者上肢功能恢复的研究[J]. 安徽医科大学学报, 2018, 53(9): 1439-1443.
- [2] VEDANTAM A, YAMAL J M, RUBIN M L, *et al.* Progressive hemorrhagic injury after severe traumatic brain injury: effect of hemoglobin transfusion thresholds[J]. *J Neurosurg*, 2016, 125(5): 1229-1234.
- [3] JIANG J Y, GAO G Y, FENG J F, *et al.* Traumatic brain injury in China[J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(3): 286-295.
- [4] DAUGHERTY J, WALTZMAN D, SARMIENTO K, *et al.* Traumatic brain injury-related deaths by race/ethnicity, sex, intent, and mechanism of injury-United States, 2000-2017 [J]. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2019, 68(46): 1050-1056.
- [5] DEKKER S E, DUVEKOTA, DE VRIES H M, *et al.* Relationship between tissue perfusion and coagulopathy in traumatic brain injury[J]. *J Surg Res*, 2016, 205(1): 147-154.
- [6] 王洪生,张威,侯青,等. 脑外伤后进展性出血性脑损伤的诊治体会[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2018, 4(3): 139-142.
- [7] 曹成龙,李艳玲,宋健,等. 急性中重型颅脑损伤早期病死率的预测: Marshall CT 分级和 Rotterdam CT 评分的比较[J]. 中国临床神经外科杂志, 2017, 22(10): 676-679.
- [8] 黄欣,温良,王浩,等. Marshall CT 分级联合 Fisher CT 分级在颅脑创伤患者预后评估中的应用[J]. 浙江创伤外科, 2016, 21(5): 816-818.
- [9] KAUR P, SHARMA S. Recent advances in pathophysiology of traumatic brain injury[J]. *Curr Neuropharmacol*, 2018, 16(8): 1224-1238.
- [10] SHEN L J, ZHOU J, YANG C S, *et al.* Serum CXC chemokine ligand-12 as a potential predictor for in-hospital major adverse events after severe traumatic brain injury[J]. *Clin Chim Acta*, 2020, 509: 244-248.
- [11] ESNAULT P, MATHAIS Q, D' ARANDA E, *et al.* Ability of fibrin monomers to predict progressive hemorrhagic injury in patients with severe traumatic brain injury[J]. *Neurocrit Care*, 2020, 33(1): 182-195.
- [12] VAN ORNAM J, PRUITT P, BORCZUK P. Is repeat head CT necessary in patients with mild traumatic intracranial hemorrhage[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(9): 1694-1698.
- [13] YUAN F, DINGJ, CHENH, *et al.* Predicting progressive hemorrhagic injury after traumatic brain injury: derivation and validation of a risk score based on admission characteristics[J]. *J Neurotrauma*, 2012, 29(12): 2137-2142.
- [14] 张重功,魏原勇,翟秀文. 外伤性迟发性颅内血肿 26 例临床分析[J]. 山西医药杂志, 2019, 48(7): 837-839.
- [15] 李力卓,何松柏,赵格晶娃. 中老年人群急性单发性创伤性颅脑损伤相关性凝血病的临床分析[J]. 首都医科大学学报, 2018, 39(4): 537-540.
- [16] 苑玉清,李能德,毛庆,等. 急性重型颅脑损伤患者伤后平均动脉压的变化及其临床意义[J]. 中国急救医学, 1999, 19(3): 162.
- [17] 曾子恒,张灏,陈伟强,等. 颅脑损伤后继发性脑损伤发病机制的研究进展[J]. 中国临床神经外科杂志, 2019, 24(12): 777-779.
- [18] NIK A, SHEIKH A M S, EHSAEI M R, *et al.* The efficacy of glasgow coma scale(GCS) score and acute physiology and chronic health evaluation(APACHE) II for predicting hospital mortality of ICU patients with acute traumatic brain injury[J]. *Bull Emerg Trauma*, 2018, 6(2): 141-145.
- [19] REHMAN L, AFZAL A, AZIZ H F, *et al.* Radiological parameters to predict hemorrhagic progression of traumatic contusional brain injury[J]. *J Neurosci Rural Pract*, 2019, 10(2): 212-217.
- [20] 章东,金国良,王晓明. 重型颅脑损伤开颅术后迟发颅内血肿相关因素及预后分析[J]. 中国现代医生, 2011, 49(31): 53-54.

- dence-based analysis [J]. *Ont Health Technol Assess Ser*, 2011, 11(6):1-58.
- [7] 姜贵云, 王文清, 杨晓莲, 等. 改良强制性运动疗法对脑卒中偏瘫患者下肢功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(10):794-795.
- [8] 冯慧, 陈攻, 潘化平, 等. 疏经通督推拿联合背屈踝足矫形器对偏瘫患者步行能力影响的临床研究[J]. *南京中医药大学学报*, 2016, 32(6):532-536.
- [9] HU J, LI C, HUA Y, LIU P, *et al.* Constraint-induced movement therapy improves functional recovery after ischemic stroke and its impacts on synaptic plasticity in sensorimotor cortex and hippocampus[J]. *Brain Res Bull*, 2020, 160(7):8-23.
- [10] HU J, LI C, HUA Y, *et al.* Constrained-induced movement therapy promotes motor function recovery by enhancing the remodeling of ipsilesional corticospinal tract in rats after stroke [J]. *Brain Res*, 2019, 1708:27-35.
- [11] 郝静, 李萌. 强制性运动方案对脑卒中偏瘫上肢功能障碍患者的疗效[J]. *神经损伤与功能重建*, 2016, 11(1):84-85.
- [12] YANO HAR A R, TERANISHI T, TOMITA Y, *et al.* Recovery process of standing postural control in hemiplegia after stroke[J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(11):1761-1765.
- [13] 赵娜. 强制性运动疗法在脑卒中偏瘫康复治疗中的效果分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2020, 20(18):74-75.
- [14] 上官士娜. 改良强制性运动疗法对脑卒中偏瘫患者上肢功能及日常生活能力的影响[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2015, 13(15):1796-1797.
- [15] 欧彩娣, 叶翠河, 李锦才. 双侧上肢训练联合强制性运动疗法治疗恢复期脑卒中患者的效果分析[J]. *反射疗法与康复医学*, 2021, 3(2):123-125.
- [16] 吕芳, 赵雪花, 孔岩. 老年脑卒中偏瘫患者应用改良强制性运动疗法的疗效[J]. *中国老年学杂志*, 2016, 9(36):4492-4493.
- [17] 赵娟, 刘培乐, 王瑜元, 等. 强制性运动疗法训练对脑卒中后上肢运动功能障碍的疗效及疗效时限研究[J]. *上海医药*, 2021, 42(3):47-52.
- [18] 王凯, 杨健全. 运动康复联合针灸对急性脑卒中偏瘫患者肢体运动能力和 ADL 能力的影响[J]. *西部医学*, 2017, 30(7):107-110.
- [19] 褚福昶. 针灸推拿配合康复训练治疗中风后偏瘫的疗效及对患者肢体运动功能的影响[J]. *反射疗法与康复医学*, 2021, 1(2):32-35.
- [20] 乔得成, 杨章敏. 中医推拿治疗在脑卒中偏瘫康复中的应用浅析[J]. *养生保健指南*, 2021, 7:118-119.
- [21] 林文翠, 庞明武, 潘能毅. 针灸推拿联合康复训练治疗脑梗死偏瘫 60 例疗效观察[J]. *海南医学*, 2015, 26(16):2444-2445.
- [22] 焦俊杰, 郭洪亮, 刘丽杰, 等. 强制性运动疗法对急性脑卒中后偏瘫患者早期神经功能的影响研究[J]. *中国全科医学*, 2016, 19(16):1968-1971.
- [23] 黄红红, 王凌星, 张泉香, 等. 强制性运动疗法对脑卒中亚急性早期偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(11):838-841.

(收稿日期:2021-07-01;修回日期:2021-11-17;编辑:王小菊)

(上接第 838 页)

- [21] AMANDA M, LAIRD M D, PRESTON R, *et al.* Relationship of early hyperglycemia to mortality in trauma patients[J]. *J Trauma*, 2004, 56(5):1058-1062.
- [22] IACCARINO C, SCHIAVI P, PICETRI E, *et al.* Patients with brain contusion: predictors of outcome and relationship between radiological and clinical evolution[J]. *J Neurosurg*, 2014, 120(4):908-918.
- [23] JURATLI T A, ZANG B, LITZ R J, *et al.* Early hemorrhagic progression of traumatic brain contusions: frequency, correlation with coagulation disorders, and patient outcome: a prospective study[J]. *J Neurotrauma*, 2014, 31(17):1521-1527.
- [24] LI X Y, MA L, WANG X J, *et al.* Evaluation on the related high-risk factors of progressive hemorrhagic injury after acute traumatic brain injury[J]. *Chongqing Medicine*, 2014, 43(8):915-917.
- [25] KURLAND D, HONG C, AARABI B, *et al.* Hemorrhagic progression of a contusion after traumatic brain injury: a review [J]. *J Neurotrauma*, 2012, 29(1):19-31.
- [26] SON S, YOO C J, LEE S G, *et al.* Natural course of initially non-operated cases of acute subdural hematoma; the risk factors of hematoma progression[J]. *J Korean Neurosurg*, 2013, 54(3):211-219.
- [27] 黄俊强, 杨立坚. 凝血功能与颅脑外伤后进展性出血发生和预后的关系[J]. *广东医学*, 2019, 40(15):2234-2237.
- [28] 郑金意, 郑元回, 文强国. 轻型颅脑损伤患者 D-二聚体指标动态变化与进展性出血性脑损害的关系[J/CD]. *中华危重症医学杂志(电子版)*, 2017, 10(5):338-340.
- [29] 陈剑, 鲍得俊, 张环, 等. 严重颅脑损伤预后不良相关预后因素探讨[J]. *安徽医科大学学报*, 2019, 54(8):1277-1280.
- [30] ZHOU W, LIESZ A, BAUER H, *et al.* Postischemic brain infiltration of leukocyte subpopulations differs among urine permanent and transient focal cerebral ischemia models [J]. *Brain Pathol*, 2013, 23(1):34-44.

(收稿日期:2021-04-12;修回日期:2022-02-10;编辑:王小菊)