

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2018.09.0970

· 专题报道 ·

智能预警系统在脑卒中患者院前院内衔接中的应用

张洪剑¹, 刘团结², 王文安³, 徐建华⁴, 解 炯⁵, 蒋 超⁶, 徐中杰⁶, 张永巍¹, 杨鹏飞^{1*}, 邓本强¹, 朱勤忠⁵, 刘建民¹

1. 海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心, 上海 200433
2. 上海交通大学附属第一人民医院宝山分院神经内科, 上海 200940
3. 上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院神经内科, 上海 200215
4. 嘉定区中心医院神经内科, 上海 201800
5. 上海市医疗急救中心, 上海 200003
6. 闵行区医疗急救中心, 上海 201199

[摘要] **目的** 探讨智能预警系统在脑卒中患者院前院内衔接中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2017 年 11 月至 2018 年 6 月在海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心进行治疗并采用智能预警系统进行院前预警的所有患者的临床资料。将院前预警定义为 120 在将患者转运至目的医院之前通过软件向卒中团队发出预警。按照院内处理方式将患者分成非卒中组、保守治疗组、单纯溶栓组、单纯取栓组、桥接组和脑出血组。评价各组患者救治中智能预警系统各环节的效率, 急救医师判定卒中中的能力和应用凝视-面臂语言时间(G-FAST)量表识别重度脑卒中的能力, 接诊医师急救响应速度, 以及初级卒中中心急救效率[入院至出院(DIDO)时间]。**结果** 共纳入患者 248 例, 其中非卒中患者 24 例, 脑卒中(包括出血性脑卒中和缺血性脑卒中)患者 224 例(保守治疗组 101 例、单纯溶栓组 23 例、单纯取栓组 32 例、桥接组 22 例、脑出血组 46 例)。248 例患者的中位初筛时间、预警时间、响应时间分别为 28.0(13.0, 92.5)、11.0(7.3, 15.3)、19.0(13.0, 35.0) s。6 名院前急救医师应用 G-FAST 量表识别重度脑卒中的总体灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值以及准确度分别为 84%、71%、83%、72%、79%。其中 8 例重度脑卒中患者通过软件实行院前救治全流程监测, 中位转运时间为 113(82, 142) min, DIDO 时间为 84(12, 125) min。**结论** 智能预警系统可实现对转运时间点数据采集自动化, 使数据更全面、可信度高。该系统有助于分析脑卒中患者院前院内衔接环节中急救医师、驾驶员、卒中团队的效率及初级卒中中心院内救治效率等, 从而不断缩短院前救治时间, 提高院前救治效率。

[关键词] 脑卒中; 院前急救; 信息化; 人工智能; 预警系统**[中图分类号]** R 743.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)09-0970-07

Application of intelligent early warning system in pre- and in-hospital connection of stroke patients

ZHANG Hong-jian¹, LIU Tuan-jie², WANG Wen-an³, XU Jian-hua⁴, XIE Jiong⁵, JIANG Chao⁶, XU Zhong-jie⁶, ZHANG Yong-wei¹, YANG Peng-fei^{1*}, DENG Ben-qiang¹, ZHU Qin-zhong⁵, LIU Jian-min¹

1. Stroke Center, Changhai Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China
2. Department of Neurology, Baoshan Division of General Hospital of Shanghai, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200940, China
3. Department of Neurology, Chongming Division of Xin Hua Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200215, China
4. Department of Neurology, Jiading Central Hospital, Shanghai 201800, China
5. Shanghai Medical Emergency Center, Shanghai 200003, China
6. Minhang Medical Emergency Center, Shanghai 201199, China

[Abstract] **Objective** To explore the value of intelligent early warning system in pre- and in-hospital connection in the treatment of stroke. **Methods** The clinical data of the patients with suspected stroke, who received treatment and pre-hospital warning with intelligent early warning system in Stroke Center of Changhai Hospital of Navy Medical University

[收稿日期] 2018-07-26 **[接受日期]** 2018-08-17**[基金项目]** 2017 年上海市青年拔尖人才计划, 上海市智慧医疗项目(2018ZHYL0218). Supported by Top Talent Youth Program of Shanghai in 2017 and Smart Medical Program of Shanghai (2018ZHYL0218).**[作者简介]** 张洪剑, 硕士生, 住院医师. E-mail: chzhanghj@smmu.edu.cn

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161784, E-mail: 15921196312@163.com

(Second Military Medical University) between Nov. 2017 and Jun. 2018, were retrospectively analyzed. Pre-hospital warning was defined as 120 alerting stroke teams using software before transferring patients to the target hospital. According to the in-hospital treatment methods, the patients were divided into non-stroke group, conservative treatment group, thrombolysis group, thrombectomy group, bridging group and cerebral hemorrhage group. The efficiency in each link of the intelligent early warning system, the ability of emergency doctor diagnosing stroke, the ability of emergency doctor diagnosing severe stroke using gaze-face arm speech time (G-FAST) scale, the speed of first aid response of the attending physician and the door-in-to-door-out (DIDO) time in primary stroke center were evaluated in each group. **Results** A total of 248 patients were included in this study, including 24 non-stroke patients and 224 stroke patients (101 patients in the conservative treatment group, 23 patients in the thrombolysis group, 32 patients in the thrombectomy group, 22 patients in the bridging group and 46 patients in the cerebral hemorrhage group). The median primary screening time, early warning time and response time of 248 patients were 28.0 (13.0, 92.5), 11.0 (7.3, 15.3) and 19.0 (13.0, 35.0) s, respectively. The sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of 6 pre-hospital emergency physicians diagnosing severe stroke using G-FAST scale were 84%, 71%, 83%, 72% and 79%, respectively. Eight patients with severe stroke underwent whole-process monitoring of pre-hospital treatment, and had a median transport time of 113 (82, 142) min and a median DIDO time of 84 (12, 125) min. **Conclusion** Intelligent early warning system can realize the automation of data acquisition for transfer time points, making the data more comprehensive and reliable. It is helpful to analyze the efficiency of emergency physicians, drivers, stroke teams and primary stroke center in pre- and in-hospital connection in the treatment of stroke, so as to shorten the pre-hospital treatment time and improve the pre-hospital treatment efficiency.

[Key words] stroke; pre-hospital rescue; informatization; artificial intelligence; warning system

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(9): 970-976]

脑卒中是人类致死、致残的主要疾病之一, 已成为我国国民的第一位死亡原因^[1]。在新发脑卒中患者中 70% 为缺血性脑卒中^[2]。脑卒中的救治具有极强的时间依赖性^[3]。自 2015 年我国启动卒中中心建设项目以来, 院内急救正在不断完善, 入院至静脉溶栓时间 (door-to-needle time, DNT) 显著缩短, 已有中心将中位 DNT 控制在 27 min 左右^[4]。但目前院前延误仍相当常见, 主要归因于对脑卒中患者的严重程度以及目的医院的救治能力把握不准, 使患者在初级卒中中心和高级卒中中心甚至在不具备卒中救治能力的医院之间反复转运, 浪费了大量时间。研究显示, 我国在发病 3 h 内能到达急诊的缺血性脑卒中患者仅占 21.5%^[5], 而院前延误是导致脑卒中患者不能在时间窗内到达可开展静脉溶栓治疗医疗机构的重要原因之一^[6]。文献报道院前通知可有效缩短患者入院至血管再通时间^[7-8], 但目前尚没有针对如何提高院前转运效率的研究。因此, 对脑卒中患者院前急救流程进行全面科学的管理, 并实行持续质量改进, 对提高脑卒中患者院前转运效率至关重要。本研究利用智能预警系统, 将脑卒中院前急救的时间进行区块化、智能化管理, 分析院前救治各环节的耗时, 以不断优化救治流程提高院前急救效率, 同时为个人、部

门绩效考核的制定提供参考。

1 对象和方法

1.1 研究对象与分组 回顾性分析 2017 年 11 月至 2018 年 6 月在海军军医大学 (第二军医大学) 长海医院脑血管病中心接受救治, 并采用智能预警系统进行院前预警的所有患者的临床资料。将院前预警定义为在将患者转运至目的医院之前 120 通过院前智能预警系统向脑卒中团队发出预警。按照目的医院处理方式将患者分成非脑卒中组、保守治疗组、单纯溶栓组、单纯取栓组、桥接组和脑出血组。所有患者及其家属均知情同意, 本研究通过海军军医大学 (第二军医大学) 长海医院医学伦理委员会审批。

1.2 研究方法

1.2.1 构建脑卒中院前救治智能预警系统 该系统由两部分组成, 分别为数据采集系统与数据分析系统。(1) 数据采集方法: 在对应的手机软件中点击获取患者评估信息和操作时间节点, 仅通过 9 次点击即可完成患者评估、目的医院筛选和预警。(2) 疾病评估方法: 采用凝视-面臂语言时间 (gaze-face arm speech time, G-FAST) 量表评估脑卒中严重程度, 分别采集面瘫、肌力、语言、凝视以及发病时间, 通过单击“是”或“否”以及选

择时间区间完成,1~2分为轻度脑卒中,3~4分为重度脑卒中。(3)提前预警方法:内置智能算法。针对轻度脑卒中患者,根据内置脑卒中急救地图,结合交通情况按医院距离由近到远进行排列;重度脑卒中患者,在不影响静脉溶栓治疗的情况下,优先考虑转运至高级卒中中心,并结合交通情况按医院距离由近到远进行排列。排列的医院仅为急救医师提供参考意见。(4)采集数据资料:①患者一般资料,包括姓名、性别、年龄、血压、心率、血糖、心电图、氧饱和度等,可通过拍照直接上传并由院内脑卒中团队负责完善信息;②时间节点信息,包括患者院前救治流程时间轴(开始导医→评估结束→预警结束→反馈结束)、开始导医后预计抵达医院的时间和实际抵达医院时间;③记录取消预警原因,如排除脑卒中、录入错误、病情突变、就近送医等。(5)数据反馈方法:由目的医院脑卒中团队通过点击的方式将患者最终救治方案反馈给院前急救医师,包括院内判断结果、计算机断层扫描(computed tomography, CT)检查结果以及干预方式。

1.2.2 评价救治流程 根据获得各个相关事件时间点的差值,评价流程各环节的效率,包括开始导医至评估结束时间(初筛时间)、评估结束至预警结束时间(预警时间)、预警结束至反馈结束时间(响应时间)。

1.2.3 绩效考核指标 (1)院前急救医师考核包括脑卒中判定能力(以目的医院接诊医师判定结果为标准)和采用G-FAST量表识别轻度和重度脑卒中的能力(判断标准:计算机断层扫描血管成像检查显示存在大血管闭塞确诊为重度脑卒中,无大血管闭塞为轻度脑卒中)。评价指标包括院前急救医师判定脑卒中的正确率以及应用G-FAST量表识别重度脑卒中的灵敏度、特异度、阳性预测值(positive predictive value, PPV)、阴性预测值(negative predictive value, NPV)和准确度。

(2)接诊医师考核主要反映急救响应速度:评价指标主要是响应时间。(3)初级卒中中心急救效率考核情况:评价指标主要为入院至出院(door-in-to-door-out, DIDO)时间。

1.3 统计学处理 采用SPSS 22.0软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用方差分析;不满足正态分布的计量资

料或方差不齐以中位数(第10、90百分位数)表示,两组间比较采用Mann-Whitney U 检验,多组间比较采用Kruskal Wallis H 检验;计数资料以例数和百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 流程救治完成情况 本研究共纳入患者248例,男155例,女93例;年龄为34~94岁,平均年龄为(71.20±11.42)岁。非脑卒中组24例,男17例,女7例;年龄为34~90岁,平均为(71.21±14.18)岁。目的医院接诊医师判定为脑卒中(包括出血性脑卒中和缺血性脑卒中)224例(90.3%),其中保守治疗组101例(病灶显影6例、超时间窗37例、家属拒绝溶栓或取栓22例、症状消失4例、其他禁忌证32例),男57例、女44例,年龄为37~94岁,平均为(74.12±10.78)岁;单纯溶栓组23例,男15例、女8例,年龄为43~88岁,平均为(65.30±10.59)岁;单纯取栓组32例,男22例、女10例,年龄为34~86岁,平均为(68.56±10.40)岁;桥接组22例,男10例、女12例,年龄为37~94岁,平均为(74.13±10.78)岁;脑出血组46例,男34例、女12例,年龄为50~94岁,平均为(68.87±11.87)岁。各组年龄、性别差异均无统计学意义(P 均>0.05)。所有患者的中位初筛时间、预警时间、响应时间分别为28.0(13.0, 92.5)、11.0(7.3, 15.3)、19.0(13.0, 35.0)s。院前急救流程各环节耗时间在各组患者之间以及院前急救医师诊断的不同严重程度脑卒中患者之间差异均无统计学意义(P 均>0.05,表1、表2)。

2.2 院前急救医师绩效考核情况 6名院前急救医师判断脑卒中的正确率分别为100%(10/10)、83%(40/48)、89%(40/45)、94%(46/49)、90%(43/48)、94%(45/48),应用G-FAST量表识别轻度和重度脑卒中的准确度分别为80%(8/10)、77%(23/30)、72%(21/29)、80%(28/35)、79%(30/38)、86%(31/36)。不同院前急救医师采用G-FAST量表评估轻度和重度脑卒中的能力有一定差异(表3),但随着时间推移和经验积累,总体灵敏度可以维持在80%以

上(表4)。6名院前急救医师应用G-FAST量表识别轻度和重度脑卒中的总体灵敏度、特异度、PPV、NPV以及准确度分别为84%(94/112)、71%(47/66)、83%(94/113)、72%(47/65)、79%(141/178)。

表1 各组患者院前急救流程各环节耗时间情况

Tab 1 Time consumption of each pre-hospital first aid process in each group

Group	n	t/s, median (10 th percentile, 90 th percentile)		
		Primary screening time	Early warning time	Response time
Non-stroke group	24	39.5 (7.5, 151.0)	11.0 (6.0, 13.5)	18.5 (9.0, 41.5)
Conservative treatment group	101	34.0 (10.2, 155.6)	10.0 (6.0, 14.0)	21.0 (9.0, 45.8)
Thrombolysis group	23	21.0 (8.0, 149.2)	9.0 (6.0, 12.6)	19.0 (9.0, 61.4)
Thrombectomy group	32	39.0 (9.6, 143.7)	9.5 (5.0, 13.7)	15.0 (5.9, 42.4)
Bridging group	22	28.0 (9.6, 284.0)	8.0 (5.3, 14.7)	23.5 (13.5, 45.9)
Cerebral hemorrhage group	46	30.0 (9.0, 170.7)	12.0 (6.0, 14.0)	18.5 (8.7, 37.0)
H value		1.856	8.348	9.900
P value		0.869	0.138	0.078

表2 院前急救医师诊断不同严重程度脑卒中患者院前急救流程各环节耗时间情况

Tab 2 Time consumption in each pre-hospital first aid process of patients with mild and severe stroke diagnosed by emergency physicians

Group	n	t/s, median (10 th percentile, 90 th percentile)		
		Primary screening time	Early warning time	Response time
Mild stroke group	92	27.5 (8.3, 156.1)	10.5 (6.0, 14.0)	18.0 (9.0, 43.0)
Severe stroke group	156	37.0 (10.7, 159.5)	10.0 (6.0, 14.0)	22.5 (9.3, 46.0)
Z value		-1.724	-0.862	-1.797
P value		0.085	0.388	0.072

表3 6名院前急救医师应用G-FAST量表识别轻度和重度脑卒中的灵敏度、特异度、PPV、NPV和准确度

Tab 3 Sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy of 6 emergency physicians diagnosing mild and severe stroke with G-FAST scale

No.	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
1	0.67 (4/6)	1.00 (4/4)	1.00 (4/4)	0.67 (4/6)	0.80 (8/10)
2	0.73 (11/15)	0.80 (12/15)	0.79 (11/14)	0.75 (12/16)	0.77 (23/30)
3	0.77 (17/22)	0.57 (4/7)	0.85 (17/20)	0.44 (4/9)	0.72 (21/29)
4	0.91 (21/23)	0.58 (7/12)	0.81 (21/26)	0.78 (7/9)	0.80 (28/35)
5	0.81 (17/21)	0.76 (13/17)	0.81 (17/21)	0.76 (13/17)	0.79 (30/38)
6	0.96 (24/25)	0.64 (7/11)	0.86 (24/28)	0.87 (7/8)	0.86 (31/36)

G-FAST: Gaze-face arm speech time; PPV: Positive predictive value; NPV: Negative predictive value

表4 不同月份院前急救医师应用G-FAST量表识别轻度和重度脑卒中的灵敏度、特异度、PPV、NPV和准确度

Tab 4 Sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy of emergency physicians diagnosing mild and severe stroke with G-FAST scale in different months

Time	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
2017-11	0.69 (11/16)	0.73 (8/11)	0.79 (11/14)	0.62 (8/13)	0.70 (19/27)
2017-12	0.75 (6/8)	0.70 (7/10)	0.67 (6/9)	0.78 (7/9)	0.72 (13/18)
2018-01	0.86 (12/14)	0.86 (6/7)	0.92 (12/13)	0.75 (6/8)	0.86 (18/21)
2018-02	0.89 (17/19)	0.57 (4/7)	0.85 (17/20)	0.67 (4/6)	0.81 (21/26)
2018-03	0.85 (11/13)	0.50 (2/4)	0.85 (11/13)	0.50 (2/4)	0.76 (13/17)
2018-04	0.93 (14/15)	0.67 (4/6)	0.87 (14/16)	0.80 (4/5)	0.86 (18/21)
2018-05	0.83 (10/12)	0.90 (9/10)	0.91 (10/11)	0.82 (9/11)	0.86 (19/22)
2018-06	0.87 (13/15)	0.64 (7/11)	0.76 (13/17)	0.78 (7/9)	0.77 (20/26)

G-FAST: Gaze-face arm speech time; PPV: Positive predictive value; NPV: Negative predictive value

2.3 接诊医师绩效考核情况 5名接诊医师接收到120预警后的中位响应时间分别为22.0(8.0, 42.0)、21.0(11.4, 45.3)、22.0(9.0, 44.8)、17.5(6.8, 43.2)、19.0(9.0, 45.0)s,各接诊医师的响应时间差异无统计学意义($\chi^2=3.66, P=0.454$)。

2.4 初级卒中中心急救效率考核情况 8例脑卒中患者实行了转诊全流程管理,即从120开始导医至初级卒中中心就诊,再次从初级卒中中心转诊至高级卒中中心。8例患者均为重度脑卒中患者,中位

G-FAST量表评分为3(3,4)分,美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分为22(4,33)分。在初级卒中中心经过检查 and 对症处理后转送至高级卒中中心。从发病地点转运至初级卒中中心,并从初级卒中中心转运至高级卒中中心的总转运中位时间为113(82,142)min,中位DIDO时间为84(12,125)min。预计从发病地点直接转运至最近的高级卒中中心耗时为68(58,85)min。见表5。

表5 8例脑卒中患者院前转运全流程管理各环节的耗时情况

Tab 5 Time consumption of whole-process of pre-hospital transport management for 8 stroke patients

No.	Estimated time t/min					Actual time t/min					G-FAST score	Treatment method	NIHSS score	SICH
	T1	T2	T2-T1	T3	T1+T3	T4	T5	T4+T5	DIDO time	T6				
1 ^a	36	58	22	89	125	32	81	113	125	238	3	Conservative	22	—
2 ^a	29	64	35	89	118	35	75	110	95	205	3	Thrombolysis	11	No
3 ^a	1	85	84	89	90	—	82	82	94	176	3	Thrombectomy	23	No
4 ^a	24	71	47	89	113	30	95	125	61	186	3	Thrombectomy	33	No
5 ^a	18	67	49	89	107	22	81	103	84	187	3	Thrombectomy	4	No
6 ^a	35	73	38	89	124	37	105	142	12	154	3	Conservative	—	—
7 ^a	33	62	29	89	122	28	98	126	43	169	4	Bridging	23	No
8 ^b	29	69	40	89	118	—	80	80	—	108	3	Thrombectomy	18	No

^a: The patients were transported directly from the PSC to the closest CSC without any treatment; ^b: The patient was transported directly from the spot to the closest CSC. T1: Estimated interval time from the spot to PSC; T2: Estimated interval time from the spot to CSC directly; T2-T1: Estimated increased time directly transferring the patient to CSC; T3: Estimated interval time from PSC to CSC; T1+T3: Total time on the road; T4: Actual interval time from the spot to PSC; T5: Actual interval time from PSC to CSC; T4+T5: Actual total interval time from spot to CSC; DIDO: Door-in-to-door-out; T6: Actual total time from the spot to CSC; G-FAST: Gaze-face arm speech time; NIHSS: National Institutes of Health stroke scale; SICH: Symptomatic intracerebral hemorrhage; PSC: Primary stroke center; CSC: Comprehensive stroke center

3 讨论

脑卒中超早期治疗无论静脉溶栓还是血管内治疗,均呈现出明显的时间依赖性,越早开始治疗效果越好。因此,国内越来越多的卒中中心开始加强改善院内救治流程,使得DNT显著改善。沈红健等^[4]采用信息化流程管理系统,以“时间管理”为核心,通过对各个时间节点进行智能化采集,实现帮助分析脑卒中救治院前流程中各环节和各种人员的效率,从而不断优化流程,并将DNT缩短至27min左右。在做好管理院内流程的同时,有研究开始探索院前院内的衔接方式,并提出院前预报可以缩短脑卒中救治时间,改善预后,甚至可以绕行急诊室直接将患者送至CT室^[7-8]。然而,目前大部分院前预报采用电话、短信、微信等方式,因此存在很多问题:(1)数据可靠性差,时钟不统一,

使所记录的时间点不一致,同时因繁忙存在事后回忆可能,人为偏倚大;(2)数据可溯性差,采用不同终端获取信息,事后采集时间点需要调阅不同终端,不方便核查记录;(3)数据获取不完全,没有统一的标准,可能导致数据采集不完整。

院前智能预警系统在设计过程中采用统一的标准获取各个时间节点,包括开始导医时间、初筛完成时间、预警完成时间以及脑卒中急救团队响应时间,每个时间节点的采集都由计算机自动完成,避免手工记录。同时记录所有疑似脑卒中患者的时间信息,避免出现部分患者因未进行静脉溶栓、动脉取栓治疗而忽略采集。本研究非脑卒中组、单纯溶栓组、单纯取栓组、桥接组、保守治疗组和脑出血组患者各环节耗费的时间差异无统计学意义,进一步针对不同严重程度的脑卒中患者进行比较发现,各环节耗费的时间差异亦无统计学意义,说明

不同的疾病类型以及同一疾病不同严重程度均不影响院前转运时间。但轻度脑卒中患者初筛时间较重度脑卒中患者有缩短的趋势, 考虑原因可能是对于重度脑卒中患者需要耗费较多时间进行评估。初筛时间区间分布较宽, 分析原因可能是由不同的评估习惯引起, 部分120急救人员偏好一边评估一边记录, 也有部分急救人员偏好评估完成后直接记录。

2017年我国《脑卒中院前急救专家共识》指出, 对于重度脑卒中患者, 在不妨碍静脉溶栓实施的情况下, 建议优先直接转运至高级卒中中心^[9]。在院前急救的整个流程中, 重度脑卒中患者的快速、准确识别至关重要。卒中治疗安全实施-国际卒中溶栓登记(Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke-International Stroke Thrombolysis Registry, SITS-ISTR)研究表明, G-FAST量表评分可以用于院前筛查重度脑卒中患者并决定是否送往高级卒中中心, 在评分 ≥ 3 分判定的灵敏度为88.7%、特异度为39.1%、准确度为50.8%^[10]。该量表使用简便, 已被中国台湾普遍采用作为院前识别大血管闭塞的工具。本研究中6名院前急救医师亦采用G-FAST量表对脑卒中患者进行评估, 其识别轻度和重度脑卒中(大血管闭塞)的总体灵敏度、特异度、PPV、NPV、准确度分别为84%、71%、83%、72%、79%, 特异度和准确度稍高于既往文献报道的数据^[10]。同时按照月份进行追踪, 发现随着院前急救医师经验积累, 其识别灵敏度基本呈升高趋势。对于不同院前急救医师对脑卒中的识别能力存在的一定差异, 后期可根据质控结果进行针对性培训。

对于重度脑卒中患者的另一个关键问题是如何进行合理转运。需要决定是采用drip & ship的模式(初级卒中中心静脉溶栓后送往高级卒中中心), 还是Mother-ship模式(院前识别大血管闭塞后直接送往具备血管内治疗条件的高级卒中中心)。荷兰急性缺血性脑卒中血管内治疗多中心随机对照试验(Multicenter Randomized Clinical Trial of Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke in the Netherlands, MR CLEAN)研究指出院间转运需要30 min, drip & ship模式的总转运时间比Mother-ship模式长148 min^[11]。韩国一项研究表明drip & ship模式会额外需要大约100 min用于卒中中心间转运^[12]。一项旨在评估从初级卒中中心远距

离转运至高级卒中中心(156 km, 开车1.5 h)后是否能在6 h内进行机械取栓的研究显示, 211例潜在取栓患者中, 仅119例转运至高级卒中中心, 且只有52例完成了血管内治疗^[13]。院间转运的大部分时间都消耗在初级卒中中心的入院和出院上, 37.3%的患者DIDO时间超过120 min^[14]。此外, drip & ship模式的发病至静脉溶栓时间与Mother-ship模式相比没有差异($P>0.05$)^[15], 由此看来Mother-ship模式并不会影响静脉溶栓的时间。本研究中初级卒中中心中位DIDO时间为84(12, 125) min, 实际总转运中位时间为113(82, 142) min, 而预计从发病地点直接转运至最近的高级卒中中心耗时为68(58, 85) min, 明显短于实际转运时间, 且不影响静脉溶栓的实施, 也不增加症状性颅内出血的发生率。通过智能预警系统后台智能算法, 可能综合距离、转运时间、脑卒中救治能力等多种因素对周边卒中中心进行最优推荐, 供急救人员参考, 同时可以采集整个救治链的时间点信息, 方便后续的管理和质控。

总之, 采用智能预警系统进行院前院内无缝衔接, 使所有时间节点数据采集实现自动化, 且更加完整、可信度高。该系统可以帮助分析脑卒中患者院前院内衔接环节中急救医师、驾驶员、脑卒中团队的效率及初级卒中中心院内救治效率等, 也有助于不断缩短院前救治时间, 提高院前救治效率, 具有显著的应用价值。

志谢 感谢上海喆润医疗科技有限公司对本文智能预警系统开发提供的支持和帮助。

[参 考 文 献]

- [1] ZHOU M, WANG H, ZHU J, CHEN W, WANG L, LIU S, et al. Cause-specific mortality for 240 causes in China during 1990–2013: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. *Lancet*, 2016, 387: 251-272.
- [2] WANG W, JIANG B, SUN H, RU X, SUN D, WANG L, et al; NESS-China Investigators. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480 687 adults [J]. *Circulation*, 2017, 135: 759-771.
- [3] EMBERSON J, LEES K R, LYDEN P, BLACKWELL L, ALBERS G, BLUHMKI E, et al; Stroke Thrombolysis Trialists' Collaborative Group. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous

- thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials[J]. *Lancet*, 2014, 384: 1929-1935.
- [4] 沈红健,杨鹏飞,张磊,邢鹏飞,张洪剑,张永巍,等. 信息化流程管理系统在急性缺血性卒中救治中的构建及应用[J]. *中国脑血管病杂志*, 2018, 15: 225-230.
- [5] 王文,朱曼璐,王拥军,吴兆苏,高润霖,孔灵芝,等. 《中国心血管病报告 2012》概要[J]. *中国循环杂志*, 2013, 28: 408-412.
- [6] 徐安定,丁燕,李牧. 中国缺血性卒中早期静脉溶栓的现状、阻碍因素及改进策略[J]. *中国卒中杂志*, 2014, 9: 522-528.
- [7] ZHANG S, ZHANG J, ZHANG M, ZHONG G, CHEN Z, LIN L, et al. Prehospital notification procedure improves stroke outcome by shortening onset to needle time in Chinese urban area[J]. *Aging Dis*, 2018, 9: 426-434.
- [8] 张圣,史宗杰,王振,刘芳,陈波,张凝远,等. 院前通知对急性颅内大动脉闭塞患者取栓流程及疗效的影响[J]. *中国卒中杂志*, 2018, 13: 106-113.
- [9] 中国卒中学会急救医学分会. 脑卒中院前急救专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2017, 26: 604-609.
- [10] SCHEITZ J F, ABDUL-RAHIM A H, MACISAAC R L, COORAY C, SUCHAREW H, KLEINDORFER D, et al; SITS Scientific Committee. Clinical selection strategies to identify ischemic stroke patients with large anterior vessel occlusion: results from SITS-ISTR (Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke International Stroke Thrombolysis Registry)[J]. *Stroke*, 2017, 48: 290-297.
- [11] VENEMA E, BOODT N, BERKHEMER O A, ROOD P P M, VAN ZWAM W H, VAN OOSTENBRUGGE R J, et al; MR CLEAN investigators. Workflow and factors associated with delay in the delivery of intra-arterial treatment for acute ischemic stroke in the MR CLEAN trial[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10: 424-428.
- [12] PARK M S, LEE J S, PARK T H, CHO Y J, HONG K S, PARK J M, et al. Characteristics of the drip-and-ship paradigm for patients with acute ischemic stroke in south Korea[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25: 2678-2687.
- [13] SABLOT D, GAILLARD N, SMADJA P, BONNEC J M, BONAFE A. Thrombectomy accessibility after transfer from a primary stroke center: analysis of a three-year prospective registry[J]. *Int J Stroke*, 2017, 12: 519-523.
- [14] NG F C, LOW E, ANDREW E, SMITH K, CAMPBELL B C V, HAND P J, et al. Deconstruction of interhospital transfer workflow in large vessel occlusion: real-world data in the thrombectomy era[J]. *Stroke*, 2017, 48: 1976-1979.
- [15] GERSCHENFELD G, MURESAN I P, BLANC R, OBADIA M, ABRIVARD M, PIOTIN M, et al. Two paradigms for endovascular thrombectomy after intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke[J]. *JAMA Neurol*, 2017, 74: 549-556.

[本文编辑] 杨亚红