

• 专家论坛 •



**朱良付** 博士, 教授、主任医师, 硕士生导师。河南省人民医院、河南省脑血管病医院国家高级卒中中心副主任兼办公室主任、脑卒中绿色通道组长、脑血管二病区主任、颅内狭窄专科主任, 河南省介入治疗中心副主任。国家卫生健康委员会脑卒中防治工程委员会中青年专家委员会常务委员、缺血性脑卒中介入专业委员会常务委员, 中华医学会神经内科学分会神经介入协作组委员, 中国医师协会神经内科医师分会神经介入专业委员会常务委员、青年医师委员会副主任委员, 河南省医学会介入治疗专业委员会副主任委员、神经介入学组副组长, 河南省医学会脑卒中分会副主任委员, 河南省医师协会神经介入专业委员会副主任委员。曾赴美国加利福尼亚大学洛杉矶分校卒中中心(UCLA Stroke Center)学习。长期从事脑血管病的内科防治和血管内诊疗工作, 致力于缺血性脑卒中分型、血管内再通治疗、血栓病理学、装置评估等方向的临床和基础研究。主持国家级、省级科研项目 10 余项, 发表论文 50 余篇。曾获河南省医学科技成果奖新技术引进奖一等奖、二等奖, 被评为河南省科技创新人才、国家卫生健康委员会脑卒中防治工程“优秀中青年专家”。

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.09.0949

## 突破脑卒中救治瓶颈, 全方位提升脑卒中急救效率

朱良付\*

河南省人民医院、河南省脑血管病医院脑血管二病区, 郑州 450003

**[摘要]** 突破脑卒中救治瓶颈、全方位提升脑卒中急救效率需做好群众知晓、及时进院和专病专治 3 个方面的工作。公众脑卒中防治知识欠缺是制约我国脑卒中救治效率提升的瓶颈, 健康宣教克服该瓶颈是我国脑卒中获得及时救治的基础。罹患脑卒中后能否及时到达有救治能力的医院是提升脑卒中救治效率的另一重要瓶颈, 优化转诊体制、建设区域性脑卒中急救网络和使用现代化转诊工具、信息网络等均有助于实现及时进院。专病专治是指患者入院后能迅速地获得专业的脑卒中救治, 这需突破院内延误的瓶颈, 建设和优化脑卒中绿色通道是有效的解决措施。

**[关键词]** 脑卒中; 血管再通; 急诊处理; 效率

**[中图分类号]** R 743.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)09-0949-05

### Overcoming bottlenecks in stroke treatment to comprehensively improve the efficiency of emergent treatment

ZHU Liang-fu\*

Department of Cerebrovascular Diseases (II), Henan Provincial People's Hospital, Henan Provincial Hospital of Cerebrovascular Diseases, Zhengzhou 450003, Henan, China

**[Abstract]** To overcome the bottlenecks of treatment for stroke and comprehensively improve the treatment efficiency, we need to do three jobs: public health education, entering hospital in time, and specialized stroke treatment. Lack of public knowledge about stroke is the most important bottleneck restricting the treatment of stroke in China. Public health education is the foundation of treatment for stroke. Another bottleneck is whether the patients can enter a capable hospital in time. Optimizing the referral system, establishing a regional stroke network, and applying modern referral tools and information network can help the patients entering the target hospital in time. Specialized treatment of stroke refers to the quick access to professional treatment for stroke, which requires to avoid delay in hospital; and the effective strategy is to build and optimize the green channel for stroke treatment.

**[Key words]** stroke; vascular recanalization; emergent treatment; efficiency

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(9): 949-953]

[收稿日期] 2018-08-30

[接受日期] 2018-09-13

[作者简介] 朱良付, 博士, 教授、主任医师, 硕士生导师。

\*通信作者(Corresponding author). Tel: 0371-65897732, E-mail: sumslfzhu@163.com

脑卒中是我国成年人群致死、致残的第一病因,给患者、家庭和社会造成了巨大的负担,急性缺血性脑卒中(*acute ischemic stroke, AIS*)约占全部脑卒中的70%<sup>[1]</sup>。及时再通复流是最符合AIS病理生理的治疗措施,指南推荐的主要疗法是4.5 h内静脉给予重组组织型纤溶酶原激活剂溶栓或6 h内血管内机械取栓(少数筛选的患者可延长至24 h内)<sup>[2-4]</sup>。研究显示再通复流每延迟1 min将有190万个神经元死亡<sup>[5]</sup>。系列临床研究和meta分析均显示尽早实施静脉溶栓使血管再通能明显改善患者预后<sup>[6-8]</sup>,而每延误30 min,临床良好预后率将降低15%<sup>[9]</sup>。我国近80%的AIS患者不能在发病3 h内到院,98%不能在黄金时间内进行静脉溶栓治疗<sup>[10]</sup>。美国通过国家脑卒中医疗质量改进项目将入院至静脉溶栓时间(*door-to-needle time, DNT*)<60 min的AIS患者比例从29.6%提高到53.3%后,院内死亡率显著下降,颅内出血发生率也明显降低<sup>[11]</sup>。可见,AIS治疗需要提高急救效率,提高急救效率对AIS治疗效果显著。

笔者管见:突破救治瓶颈、全方位提升我国脑卒中急救效率主要需做好群众知晓、及时进院和专病专治3方面的工作。

## 1 群众知晓

群众知晓是指通过健康宣教提高公众对脑卒中防治知识的认识。2018年我国总人口已达13.9008亿,公众对脑卒中防治知识欠缺是制约我国脑卒中救治的重要瓶颈,是导致急性脑卒中识别率低、呼叫率低、就诊率低的重要原因。我国一项调查研究显示脑卒中患者中位院前延误时间长达15 h<sup>[12]</sup>,另有研究显示只有17%的脑卒中患者知道脑卒中的最初症状,只有19%的患者利用了120急救系统,约33%的脑卒中患者未被急救车上的医师正确识别<sup>[13]</sup>。改变此现状是我国AIS获得及时救治的前提和基础,全方位、多渠道、深入公众的健康宣教对提升脑卒中急救效率至关重要。否则,即使转诊系统高效、诊疗流程通畅,也会出现“有渠无水”现象。面臂语言时间(*face arm speech time, FAST*)量表在国外被广泛使用和不断优化,直至能识别90%的缺血性脑卒中患者<sup>[14-16]</sup>。各国也制定了符合自己国家语言、文化背景的脑卒中识别宣教方案。中风1-2-0(*Stroke 1-2-0*)健康宣教项目有益于提高我国AIS的识别和急救效率,配有地方语版的健康宣教则更能提高宣教效果<sup>[17]</sup>。

## 2 及时进院

及时进院是指患者发生脑卒中后能及时到达有脑卒中救治能力的医院。脑卒中患者不能及时进院是我国脑卒中急救在“真实世界”中面临的另一个重要瓶颈。优化转诊体制、建设区域性脑卒中急救网和使用现代化的转诊工具、信息网络等均有助于实现患者及时进院。

只有政府、急救系统和医疗系统有机协调才能优化转诊体制,才能使脑卒中患者及时、就近被转运至有救治条件的医院。政府行政力量和行业权威机构可对医院进行评估和职能定位。溶栓和(或)取栓地图的公布(尤其是以城市为中心)有助于提高地图所在地的脑卒中急救效率,但进入地图的标准在各省市差异较大,如何建立基于数据的持续质控和动态管理是现实工作中的瓶颈。

高级卒中中心(*comprehensive stroke center, CSC*)建设辐射型的脑卒中急救网是提高区域内大血管闭塞脑卒中接受血管内治疗的有效措施<sup>[18]</sup>。研究显示院间转诊延迟是AIS患者不适合接受血管内治疗的常见原因,低龄、较严重患者、出血性脑卒中易被转诊,既往有脑卒中史者转诊率相对较低<sup>[19]</sup>。现实工作中进展性脑卒中、后循环脑卒中转诊率似乎更高。转诊后接受脑血管造影者转诊时间比转诊后不适合接受造影者的转诊时间缩短30%,每延迟1 min急性脑血管造影概率降低3%<sup>[20]</sup>。转诊延迟可导致患者影像学检查至股动脉穿刺时间延长和预后不良<sup>[21]</sup>。转诊延迟影响因素包括距离、天气、脑卒中严重程度、时间段(如周末、晚上、交通堵塞高峰)、首诊医院对脑卒中的诊疗能力和理念(如是否桥接治疗,拯救性桥接治疗还是直接桥接治疗)、转诊方式(如地面自驾车辆还是专业急救车辆、航空)等。

既往研究多显示CSC周围社区的脑卒中患者直接进入CSC有较高的救治效率。一项研究显示邻近CSC的患者,直接进入CSC接受静脉溶栓者较先进入社区医院再转诊到CSC接受溶栓者的DNT短,预后也较后者好<sup>[22]</sup>。另一研究显示邻近CSC的患者(*front-door patient*)直接进入CSC接受静脉溶栓较外院溶栓转诊患者(*drip and ship*)的死亡率和症状性颅内出血发生率低,但该研究结果可能受到患者选择偏倚、溶栓后管理等因素的干扰,仍需进一步研究证实<sup>[23]</sup>。

与CSC距离较近的部分基层医院具有急诊血

管内治疗技术，但其人力和经验往往有限，急性大血管闭塞患者到 CSC 接受血管内治疗可能比在这些基层医院有更高的血管开通率和更好的预后。距 CSC 路程非常远的基层医院若没有直升飞机等转运工具，则需掌握血管内治疗技术。基层医院患者转诊到 CSC 接受血管开通治疗和 CSC 医师到基层医院指导开通治疗的异同，尚需收集数据进一步研究。

现代化的转诊工具包括直升飞机、移动卒中单元 (mobile stroke unit, MSU)、Telestroke 等，均有助于我们建成“空地网络一体化”的理想的脑卒中转运模式。

目前，脑卒中急救航空转运方式方兴未艾，航空转运可明显提高脑卒中急救效率，对地面交通转运距离较远的患者有更重要的意义。对地面交通转运距离较远的农村地区直升飞机的转诊优势是显见的。航空转运（直升飞机为主）脑卒中患者在欧美应用较多，但高额的转运费用和空中管制等因素是当前我国空中转运脑卒中患者的瓶颈<sup>[24]</sup>。航空急救包括转运脑卒中患者至 CSC 和运送医师到基层医院 (Helistroke)<sup>[25]</sup>。Helistroke 比转运患者到 CSC 更快捷，但 CSC 血管内治疗医师的数量、基层医院的围手术条件及医疗收费等在一定程度上限制了 Helistroke 的推广使用。

MSU 的设想是在 2003 年提出的，于 2008 年首次在德国投入运行。MSU 攻克了院前影像学检查的瓶颈。首次试行的病例报道显示患者从呼救到治疗决策的时间缩短到 35 min<sup>[26]</sup>。迄今，全球 MSU 的数量超过 20 辆，2017 年河南省人民医院购置了中国首台 MSU，使我国脑卒中静脉溶栓进入了 DNT “零时代”<sup>[27]</sup>。MSU 有助于提高我国院前脑卒中急救效率和促进理念革新。既往患者不到医院不能接受影像学检查，也就不能确定脑卒中性质和溶栓策略，MSU 的出现将院内诊疗移到院前，传统意义上的 DNT 随之消亡，使更多的脑卒中患者能在发病后最短时间内接受静脉溶栓治疗。对于急性大血管闭塞患者，传统的救治模式包括初级卒中中心转诊至 CSC 和 CSC 直接就诊两种。使用 MSU 后，患者从接诊到血管内治疗的时间比传统的初级卒中中心转诊模式和 CSC 直接就诊模式分别平均缩短了 107 min (93 min vs 200 min) 和 47 min (93 min vs 140 min)<sup>[28]</sup>。可见，MSU 创立了“大血管急性闭塞患者的抢救 bypass 急诊部”救治模型，可最大限度地缩短发病至血管再通时

间。但 MSU 价格昂贵、人力和维护成本均高，一定程度限制了其在临床工作中的推广使用。MSU 在我国尚受到所在地紧急救援指挥中心的急救管理模式、急救管理体制等诸多因素影响。

Telestroke 是 Telemedicine 在脑卒中急救领域的延伸和应用，能给脑卒中诊疗专家数量少的地区提供专业化的技术支持，可明显缩短患者发病至就诊时间和发病至救治时间，有助于改善患者预后，且不增加死亡率和症状性颅内出血风险<sup>[29]</sup>。这将有益于提高我国人口密度较低的、边远和医疗技术薄弱地区的脑卒中救治效率。

信息化建设和人工智能的应用无疑会促进脑卒中诊疗效率的提升。信息化建设使我们的质控更加以数据为支撑，更量化和精准化。当前，使用微信软件一定程度上可提高脑卒中急救效率，但其在脑卒中急救领域的使用有待进一步优化和规范化（如避免暴露患者隐私）。

### 3 专病专治

专病专治是指脑卒中患者进入目标医院后能够迅速地接受到科学规范的救治，这需要突破传统学科划分和科室壁垒造成的院内延误瓶颈，有效解决措施是建设和优化以患者为中心的脑卒中绿色通道，使患者在院内能 7×24 h 全天候畅通无阻地接受到科学规范的急救治疗。脑卒中绿色通道建设的核心是领导支持、学科真融合和全面保障。其中，领导支持对脑卒中绿色通道的建设至关重要；学科真融合是核心、目标和必由之路；全面保障包括人力保障、制度保障和设备保障。

脑卒中绿色通道若不通畅，患者入院后即会被人为的学科划分和科室壁垒造成院内延误。脑卒中绿色通道建设和优化涉及诸多环节，具体包括分诊、接诊、陪检、影像学检查、血生物化学检验、相关学科会诊、缴费、住院、指定抢救场所、设备和手术室布局等。Target: Stroke 十项最佳实践有助于脑卒中绿色通道建设和 AIS 急救效率提高<sup>[30]</sup>。具体包括：院前通知急诊医疗服务体系；立即分诊并通知脑卒中小组；为整个脑卒中小组提供单线呼叫或寻呼；使用脑卒中工具包，包括临床决策支持、脑卒中专用命令集、指南、医院专用决策、重要途径、美国国立卫生研究院卒中量表 (National Institutes of Health stroke scale, NIHSS) 及其他工具；快速进行脑成像检查并分析；迅速进行实验室

检查;组织型纤溶酶原激活剂(tissue plasminogen activator, tPA)预混合;在急诊室或影像室快速静脉给予tPA;建立基于团队的方法;快速向脑卒中小组反馈每一例患者的DNT和其他数据。**Target: Stroke** 十项最佳实践使DNT<60 min的患者比例由2009年第四季度的29.6%上升至2013年第三季度的53.3%,使中位DNT由干预前的74 min缩短至干预后的59 min,患者临床预后也显著改善<sup>[11]</sup>。

脑卒中绿色通道小组成员需持续学习和培训,兼备溶栓和取栓技能即可实现“溶栓取栓一条龙”,使脑卒中绿色通道成为“无缝钢管”。溶栓护士的投入有利于进一步提高AIS的急救效率、数据库的建立和质控。制定符合院情的诊疗流程、院前预警、在急救车上提前行凝血功能和血生物化学检验、提前置入便于急救和静脉溶栓的较大号留置针、麻醉师和导管室人员住院值班等措施均可提高脑卒中救治效率。

医院在设备和硬件布局上须考虑脑卒中急救的时效性,对设备和硬件布局进行优化改进是必要的。我国大型医院急诊部、影像室、导管室、病房之间等的布局常不合理,部门之间的距离往往较远,成为院内转运不可逾越的瓶颈,导致院内卒中急救效率低下。在急诊部或毗邻急诊部安装高级多模态影像引导手术系统将最大限度地缩短患者在院内的转诊时间,该系统将计算机断层扫描(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)和数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)等有机整合为一体,实现了脑卒中急救一站式理念,是将院内卒中转运时间缩短为零的终极武器<sup>[31]</sup>。该系统因极度昂贵而限制了其推广使用,但医院若在硬件布局上遵循一站式理念,将CT、MRI和DSA等类似设备尽量靠近安装也可显著提高脑卒中的救治效率。

#### 4 展 望

展望未来,提高脑卒中急救效率永远在路上。在政府主导下,在全社会参与下,我们一定会逐步克服脑卒中救治的系列瓶颈,全面推进群众知晓、及时进院和专病专治,大幅度提升我国脑卒中的急救效率,使广大卒中患者越来越快地获得科学、规范的急救治疗。

#### [参 考 文 献]

- [1] 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.
- [2] JAUCH E C, SAVER J L, ADAMS H P JR, BRUNO A, CONNORS J J, DEMAERSCHALK B M, et al; American Heart Association Stroke Council; Council on Cardiovascular Nursing; Council on Peripheral Vascular Disease; Council on Clinical Cardiology. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2013, 44: 870-947.
- [3] POWERS W J, DERDEYN C P, BILLER J, COFFEY C S, HOH B L, JAUCH E C, et al; American Heart Association Stroke Council. 2015 American Heart Association/American Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2015, 46: 3020-3035.
- [4] POWERS W J, RABINSTEIN A A, ACKERSON T, ADEOYE O M, BAMBAKIDIS N C, BECKER K, et al; American Heart Association Stroke Council. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J/OL]. *Stroke*, 2018, 49: e46-e110. doi: 10.1161/STR.000000000000158.
- [5] SAVER J L. Time is brain—quantified [J]. *Stroke*, 2006, 37: 263-266.
- [6] GUMBINGER C, REUTER B, STOCK C, SAUER T, WIETHOLTER H, BRUDER I, et al. Time to treatment with recombinant tissue plasminogen activator and outcome of stroke in clinical practice: retrospective analysis of hospital quality assurance data with comparison with results from randomised clinical trials[J/OL]. *BMJ*, 2014, 348: g3429. doi: 10.1136/bmj.g3429.
- [7] HACKE W, DONNAN G, FIESCHI C, KASTE M, VON KUMMER R, BRODERICK J P, et al; ATLANTIS Trials Investigators; ECASS Trials Investigators; NINDS rt-PA Study Group Investigators. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials[J]. *Lancet*, 2004, 363: 768-774.
- [8] LEE K R, BLUHMKI E, VON KUMMER R, BROTT T G, TONI D, GROTTA J C, et al. Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials[J]. *Lancet*, 2010, 375: 1695-1703.

- [9] KHATRI P, YEATTS S D, MAZIGHI M, BRODERICK J P, LIEBESKIND D S, DEMCHUK A M, et al; IMS III Trialists. Time to angiographic reperfusion and clinical outcome after acute ischaemic stroke: an analysis of data from the Interventional Management of Stroke (IMS III) phase 3 trial[J]. *Lancet Neurol*, 2014, 13: 567-574.
- [10] WANG Y, LIAO X, ZHAO X, WANG D Z, WANG C, NGUYEN-HUYNH M N, et al; China National Stroke Registry Investigators. Using recombinant tissue plasminogen activator to treat acute ischemic stroke in China: analysis of the results from the Chinese National Stroke Registry (CNSR)[J]. *Stroke*, 2011, 42: 1658-1664.
- [11] FONAROW G C, ZHAO X, SMITH E E, SAVER J L, REEVES M J, BHATT D L, et al. Door-to-needle times for tissue plasminogen activator administration and clinical outcomes in acute ischemic stroke before and after a quality improvement initiative[J]. *JAMA*, 2014, 311: 1632-1640.
- [12] JIN H, ZHU S, WEI J W, WANG J, LIU M, WONG L K, et al; ChinaQUEST (Quality Evaluation of Stroke Care and Treatment) Investigators. Factors associated with prehospital delays in the presentation of acute stroke in urban China[J]. *Stroke*, 2012, 43: 362-370.
- [13] JIANG B, RU X, SUN H, LIU H, SUN D, LIU Y, et al. Pre-hospital delay and its associated factors in first-ever stroke registered in communities from three cities in China[J/OL]. *Sci Rep*, 2016, 6: 29795. doi: 10.1038/srep29795.
- [14] KOTHARI R U, PANCIOLI A, LIU T, BROTT T, BRODERICK J. Cincinnati prehospital stroke scale: reproducibility and validity[J]. *Ann Emerg Med*, 1999, 33: 373-378.
- [15] HODGSON C S. To FAST or not to FAST?[J]. *Stroke*, 2007, 38: 2631-2632.
- [16] KLEINDORFER D O, MILLER R, MOOMAW C J, ALWEI K, BRODERICK J P, KHOURY J, et al. Designing a message for public education regarding stroke: does FAST capture enough stroke?[J]. *Stroke*, 2007, 38: 2864-2868.
- [17] ZHAO J, LIU R. Stroke 1-2-0: a rapid response programme for stroke in China[J]. *Lancet Neurol*, 2017, 16: 27-28.
- [18] PARIKH N S, CHATTERJEE A, DÍAZ I, PANDYA A, MERKLER A E, GIALDINI G, et al. Modeling the impact of interhospital transfer network design on stroke outcomes in a large city[J]. *Stroke*, 2018, 49: 370-376.
- [19] NICKLES A V, ROBERTS S, SHELL E, MITCHELL M, HUSSAIN S, LYON-CALLO S, et al. Characteristics and outcomes of stroke patients transferred to hospitals participating in the Michigan Coverdell Acute Stroke Registry[J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2016, 9: 265-274.
- [20] PRABHAKARAN S, WARD E, JOHN S, LOPES D K, CHEN M, TEMES R E, et al. Transfer delay is a major factor limiting the use of intra-arterial treatment in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2011, 42: 1626-1630.
- [21] SUN C H, NOGUEIRA R G, GLENN B A, CONNELLY K, ZIMMERMANN S, ANDA K, et al. "Picture to puncture": a novel time metric to enhance outcomes in patients transferred for endovascular reperfusion in acute ischemic stroke[J]. *Circulation*, 2013, 127: 1139-1148.
- [22] KIM D H, CHA J K, PARK H S, CHOI J H, KANG M J, HUH J T. Direct access to a hospital offering intravenous thrombolysis therapy improves functional outcome of acute ischemic stroke patients[J]. *J Clin Neurosci*, 2014, 21: 1428-1432.
- [23] SHETH K N, SMITH E E, GRAU-SEPULVEDA M V, KLEINDORFER D, FONAROW G C, SCHWAMM L H. Drip and ship thrombolytic therapy for acute ischemic stroke: use, temporal trends, and outcomes[J]. *Stroke*, 2015, 46: 732-739.
- [24] LUKOVITS T G, VON IDERSTINE S L, BROZEN R, PIPPY M, GODDEAU R P, MCDERMOTT M L. Interhospital helicopter transport for stroke[J]. *Air Med J*, 2013, 32: 36-39.
- [25] HUI F K, EL MEKABATY A, SCHULTZ J, HONG K, HORTON K, URRUTIA V, et al. Helistroke: neurointerventionalist helicopter transport for interventional stroke treatment: proof of concept and rationale[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10: 225-228.
- [26] WALTER S, KOSTPOPOULOS P, HAASS A, HELWIG S, KELLER I, LICINA T, et al. Bringing the hospital to the patient: first treatment of stroke patients at the emergency site[J/OL]. *PLoS One*, 2010, 5: e13758. doi: 10.1371/journal.pone.0013758.
- [27] 朱良付,李天晓,燕重远,王丽娜,郭滢,秦历杰,等. 我国首次应用移动卒中单元行院前静脉溶栓治疗急性缺血性卒中一例[J]. *中国脑血管病杂志*, 2018, 6: 316-318.
- [28] CEREJO R, JOHN S, BULETKO A B, TAQUI A, ITRAT A, ORGANEK N, et al. A mobile stroke treatment unit for field triage of patients for intraarterial revascularization therapy[J]. *J Neuroimaging*, 2015, 25: 940-945.
- [29] BARATLOO A, RAHIMPOUR L, ABUSHOUK A I, SAFARI S, LEE C W, ABDALVAND A. Effects of telestroke on thrombolysis times and outcomes: a meta-analysis[J]. *Prehosp Emerg Care*, 2018, 22: 472-484.
- [30] FONAROW G C, SMITH E E, SAVER J L, REEVES M J, HERNANDEZ A F, PETERSON E D, et al. Improving door-to-needle times in acute ischemic stroke: the design and rationale for the American Heart Association/American Stroke Association's target: stroke initiative[J]. *Stroke*, 2011, 42: 2983-2989.
- [31] TEMPANY C M, JAYENDER J, KAPUR T, BUENO R, GOLBY A, AGAR N, et al. Multimodal imaging for improved diagnosis and treatment of cancers[J]. *Cancer*, 2015, 121: 817-827.