

DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2025.240464

• 应急管理 •

急性缺血性卒中患者院前急救组织模式的国际比较研究

International comparative study on organization models of prehospital emergency for acute ischemic stroke patients

王雪敏, 汤时蓝, 张俊娜

WANG Xuemin, TANG Shilan, ZHANG Junna

深圳市大鹏新区医疗健康集团, 广东 深圳 518120

摘要:不同国家在急性缺血性卒中院前急救组织方面发展出了多种模式, 这些模式主要基于现有的急救体系, 并进一步整合了移动卒中单元(mobile stroke unit, MSU)。本文比较了德国、美国、加拿大、澳大利亚和中国的急性缺血性卒中患者院前急救组织模式的特点, 分析了各自的优缺点。通过探讨这些国内外经验, 对未来的发展方向进行了展望, 旨在为中国急性缺血性卒中的院前急救组织模式提供改进建议, 以最大限度地缩短患者从发病到接受有效治疗的时间。

关键词:急性缺血性卒中; 院前急救; 移动卒中单元; 急救模式; 国际比较

中图分类号: R197.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2025)02-0228-05

引用:王雪敏, 汤时蓝, 张俊娜. 急性缺血性卒中患者院前急救组织模式的国际比较研究[J]. 职业卫生与应急救援, 2025, 43(2): 228-232.

卒中是全球第二大死亡原因和致残原因^[1], 急性缺血性卒中患者(acute ischemic stroke, AIS)的救治关键在于特定时间窗口的计算机断层(computed tomography, CT)成像和溶栓。CT扫描通常被认为是AIS患者诊断的“金标准”, 首要目标是到达医院急诊室后25 min内完成CT扫描^[2], 尽快对适合血管再通治疗的AIS患者进行溶栓等治疗。但由于快速转运和诊断的困难, 患者得到有效治疗的机会较低。目前国内外都在努力通过缩短发病至静脉溶栓给药(onset-to-needle, OTN)时间提高溶栓率, 为患者提供及时有效的院前急救。本研究以国际上具有代表性的AIS患者院前急救模式为切入点, 总结和分析不同模式的特点和可借鉴要素, 为进一步完善中国AIS院前急救体系提供建议。

1 各国卒中院前急救组织模式特点

1.1 德国MSU-STEMO卒中急救单元

2003年, Fassbender等^[3]提出了移动卒中单元(mobile stroke unit, MSU)概念, 将急性缺血性卒中治疗从急诊室转移到院前环境。2008年第一个MSU在德国萨尔州洪堡率先成立。MSU是一个院前急诊单元, 首要目标是缩短卒中识别和治疗开始之间的

时间, 从而有效提高静脉溶栓(intravenous thrombolysis, IVT)率, 特别是症状出现后60 min内“黄金时段”溶栓率。以柏林为代表的MSU称为卒中紧急移动单元(stroke emergency mobile unit, STEMO), 由一名具有临床神经学专业知识和接受过急诊医学培训的神经科医生、放射技师和一名护理人员组成。MSU在常规救护车基础上增加了CT成像和CT血管造影技术(CT angiography, CTA), 床旁检测项目、溶栓剂、远程医疗网络。通常柏林消防大队调度中心接收到“112”紧急呼叫后将患者信息录入应急调度系统, 通过无线报警系统与STEMO通信, STEMO车辆确认收到调度信息后迅速到达患者现场。随后患者被转移至STEMO车辆进行CT扫描, 在完成CT扫描和凝血测试并排除禁忌证后, STEMO神经科医生可以开始院前IVT治疗。在该模式下, 对比传统急救, 使用MSU的AIS患者启动溶栓中位时间更短(50 min vs. 70 min)、3个月改良Rankin量表(Modified Rankin Scale, mRS)评分更低(1分 vs. 2分)^[4]。AIS患者IVT率从2016年的14.9%增加到2019年的16.3%, 2022年有16.1%的患者接受了IVT^[5], 表明德国基于MSU的急性卒中急救体系已经有了良好的运作效果。德国每年的MSU总估计成本为815 087欧元^[6]。在成本效益分

作者简介:王雪敏(1995—), 女, 硕士

析中,MSU 派遣导致每次无残疾生存的增量成本为 81 491 欧元^[7]。目前德国正在探索基于患者位置和驾驶时间使用 Nelder-Mead 算法,通过人工智能(AI)确定每个区域的最佳 MSU 位置,进一步节省治疗时间^[8]。

1.2 美国 MSU 本地集成模型

卒中是美国第五大死因,但研究^[9]显示美国卒中中心只有 1.3% 的 AIS 患者在发病后 60 min 内接受了溶栓治疗,大多数患者的治疗时间超过 2 h。2013 年美国第一个 MSU 在得克萨斯州休斯顿推出^[10],将 MSU 集成到本地紧急医疗救护服务(emergency medical services,EMS)操作中,成为 MSU 融合地区现有急救通路的一种典型示范。卒中患者可拨打“911”,通常 MSU 与本地 EMS 同时启动,调度员根据求助电话将患者分级后,联系当地调度中心派车救援,MSU 响应基站 8 km 范围内疑似卒中的呼叫以便在 15 min 内到达现场,8 km 外的患者可以联系 EMS 救援,现场 EMS 人员可以提出二级请求,允许 MSU 与当地 EMS 会合接力,根据诊断情况决定转运至当地的初级卒中中心(primary stroke centers, PSCs)或综合卒中中心(comprehensive stroke centers, CSCs)。在双通道模式下,对比传统急救,使用 MSU 使患者发病到溶栓治疗时间的中位数显著降低(72 min vs. 108 min),发病后 60 min 内接受治疗人数显著提升(32.9% vs. 2.6%)^[11]。另有研究^[12]表明,与 EMS 相比,AIS 患者在 MSU 接受溶栓治疗的速度更快,并且在症状发作后 60 min 内接受溶栓治疗的频率更高。美国 MSU 初始设置成本为 60 万~100 万美元,年度运营成本为 95 万~120 万美元^[11]。基于美国医疗保健系统的终生范围来评估,最高平均成本为每位患者 43 067 美元,但每次调度可带来 0.591 个质量调整生命年的增量收益^[13]。部分 MSU 采用远程放射科医生阅片的方式,以减少车载人员需求和成本。

1.3 加拿大 MSU 院前分诊模式

能够提供高级卒中治疗的 CSC 几乎都位于城市中心,距离和有限的医疗资源是造成偏远地区和农村地区的 AIS 患者溶栓率低的重要原因。加拿大 MSU 可以为农村和偏远地区提供宝贵的院前资源和院前分诊^[14]。在加拿大阿尔伯塔省北部农村,仅有两家 CSC 能为该省北部 250 km² 半径的居民提供 IVT 治疗。在引入 MSU 前,当地 CSC 通过远程医疗与 14 个配备 CT 的农村急诊科相连,没有 CT 扫描条件的患者必须通过 EMS 转移到 CSC 进行诊断和治疗。随着 MSU 引入,CSC 神经科医生可以与农村

急诊室医生电话沟通后(有条件的根据 CT 图像判断)决定是否派遣 MSU;经过咨询和成像,34% 的患者被遣返转诊医院^[15],派遣的 MSU 与 EMS 会合后,患者被转移到 MSU 进行紧急脑部 CT 扫描,根据 MSU 发回的检查结果,CSC 远程神经科医生可以通过审查决定将患者继续送往 CSC 或送往当地转诊医院,实现在 MSU 快速完成院前分诊,减少急诊拥挤和等待以及不必要的转诊。

1.4 澳大利亚 EMS、Road-MSU、Air-MSU 地空远程交付模型

迄今为止,大多数 MSU 都是为城市和大都市地区开发的。澳大利亚 EMS 与 Road-MSU、Air-MSU 接力措施为远程交付提供了一种典型示范模型。澳大利亚人口分散,与以往 EMS 将患者直接送往医院不同,在 MSU 接力模式下,EMS 在预先确定的地点与 MSU 会合,完成基于 MSU 的患者成像和诊断后,剩下大约一半的距离由 MSU 接力转运患者至 CSC。农村和偏远地区的患者在经过 EMS、MSU 救援后,可以通过配备了 CT 扫描仪和远程医疗网络的空中移动卒中单元(Air-MSU)接力^[16-17],通过这种方法,MSU 的卒中救治范围得到进一步扩展。澳大利亚卒中联盟发布的数据显示,2017—2022 年在“卒中黄金时段”接受溶栓治疗的患者比例增加到了 12 倍(1.5% vs. 18.0%)^[18]。与标准护理相比,每避免一次额外的失能调整生命年(disability-adjusted life year, DALY),MSU 的成本要增加 30 982 澳元,但早期进行血管内血栓切除术,可避免 27.94 个 DALY,改善溶栓可及性可避免 16.90 个 DALY^[19],具有长期成本效益。

1.5 中国卒中急救地图

中国人群的终生卒中患病风险居世界首位^[20-22]。有研究^[23-24]显示,中国 2020 年 AIS 患者溶栓治疗率为 5.64%~9.40%,血栓切除率为 1.45%~3.40%。2017 年亚洲第一台 MSU 在中国正式启用,采用 EMS 与 MSU 接力方式,创造了接诊至溶栓仅 7 min 的纪录^[25],此后 MSU 在中国各省逐渐推广。同时为整合区域急救资源,中国卒中急救地图(stroke emergency map, SEM)建设工作也于 2017 年正式启动,以区域“120”为纽带,以各级卒中中心为主体建立区域卒中防治急救网络体系,打造“区域卒中黄金 1 小时急救圈”^[26]。截至 2024 年 8 月,全国已有 17 个省(直辖市、自治区)的 51 个城市参与了区域卒中急救地图建设^[27]。SEM 不是孤立的系统,未来可建立 SEM 的生态系统,促进多方合作和资源共亨,提供全方位、一体化的卒中急救服务^[28]。2019 年

实现了 5G 技术与 MSU 的创新性结合,2020 年 5G 智慧移动卒中急救系统 (5G smart mobile stroke emergency system, 5G+SMSES) 实现场景落地,可在 20 min 内完成车载静脉溶栓^[29]。有研究^[30]显示,对比传统急救,在中国使用 MSU,呼叫至溶栓的中位时间显著缩短(146 min *vs.* 204 min),从呼叫到 CT 扫描完成的中位时间也显著缩短(53 min *vs.* 128 min),与其他研究结论^[31-32]一致。另有研究^[33]发现,对比常规急救,采用卒中急救地图的患者预检分诊时间缩短(3.42 min *vs.* 4.21 min),不良事件发生率降低(1.96% *vs.* 13.73%),表明卒中急救地图通过优化患者急诊路线,尽可能地减少了就诊延误时间,能有效提高患者就诊效率,与其他研究^[34-35]结论一致。在住院费用方面,MSU 组患者的平均住院费用比 EMS 组更低(3 592 美元 *vs.* 4 800 美元)^[30]。由于中国关于 MSU 的成本效益的研究还不多见,因此还须要进一步的研究。

2 院前急救模式比较与展望

2.1 各国 AIS 患者院前急救模式特点与比较

各国 AIS 患者的院前急救模式各有特点,见表 1。德国创新性地提出前移诊疗理念,通过 MSU 将 AIS 诊断和治疗前移到院前阶段,但面临高昂的初始投资和运营成本,以及在农村和偏远地区部署困难的问题。中国可以借鉴诊疗前移的理念,优化资源配置,将更多高级医疗资源通过 MSU 及远程网络下沉到急救一线和偏远农村地区。德国对 MSU 的实施效果进行了系统的评估和研究,这种注重循证医学的做法值得借鉴。美国 MSU 在借鉴德国经验的基础上,结合本国医疗体系特点进行了创新和改进,包括与当地急救系统的深度整合,以及更加灵活的人员配置模式等等,也有一定的参考价值。然而,美国 MSU 也面临挑战,主要是医疗保险覆盖不足、各州法规差异较大导致统一的模式推广困难,以及持续的成本压力。加拿大 MSU 结合了该国独特的地理环境和医疗体系特点,发展出了具有本土特色的模式。其主要特点包括覆盖范围广、与远程医疗系统的深度整合,以及与农村医疗服务的紧密协作,有效解决了偏远地区卒中救治的难题,显著提高了农村地区的卒中救治水平。然而,加拿大 MSU 也面临一些挑战,如严寒天气对 MSU 设备配置和运营的影响,以及在人口稀疏地区维持服务的高成本代价。中国部分地区的情况和加拿大类似,也有广大的偏远地区、人口分布不均和严寒气候,可以适当借鉴加拿大的 CSC 与当地医疗队伍紧密

合作的模式,降低地理因素对医疗质量的影响,建立更加高效的卒中救治体系,还可以通过不断的技术创新,克服地理和气候障碍等方面问题。澳大利亚 MSU 通过地面和空中力量的紧密配合,有效提高了广大内陆地区的卒中救治水平,缩小了城乡医疗差距。同时,在澳大利亚北部,为确保 MSU 适应热带气候条件所进行的改造工程,可为中国南部地区 MSU 建设提供前期探索经验。

表 1 各国 AIS 患者院前急救组织模式比较

模式	优势	缺陷
德国 MSU-STEMO	MSU 体系成熟,有系统的实施效果评估和研究,为改进 MSU 提供了循证价值	设置成本高、运营成本高
美国 MSU 本地集成	与本地 EMS 集成形成灵活的调度通路;精简人员,神经专家远程咨询、放射科医生远程阅片,减少车载人员需求和成本	医疗保险覆盖不足;各州法规差异导致推广困难;持续的成本压力
加拿大 MSU 院前分诊	可实现快速院前分诊,减少急诊拥挤和不必要的转诊,消除了二次转移的需要;覆盖范围广、与远程医疗系统深度整合	MSU 设备应对严寒天气、远距离路况的改进增加投入和维护成本
澳大利亚地空结合远程交付	针对偏远农村地区设计的交付模型,扩展了救援范围	长途调度有效性需进一步验证;可能存在的二次转移导致的风险
中国卒中急救地图 SEM	整合区域急救资源,创新性地结合 5G 技术	中国 AIS 患者血栓溶解治疗率和血栓切除率仍较低,有待进一步提高

中国 MSU 在借鉴国际经验的基础上,结合国内医疗体系特点和城乡差异,与大型综合医院紧密合作、采用区域卒中急救地图、结合 5G 技术,发展出了具有本土特色的模式。中国的一系列有效措施,在推广地区显著缩短了卒中患者的救治时间,提高了溶栓率,尤其在人口密集的城市地区展现出高效的救治能力。但中国 MSU 救治模式发展起步较晚,还面临着区域经济发展与医疗水平不均衡、农村地区覆盖不足、建设运营成本高昂、气候地形复杂多样等多重挑战,亟待通过借鉴国际经验,系统优化 MSU 的投入机制与应用环节,构建更有利于 MSU 推广应用的多维协同环境。

2.2 新技术应用于院前急救中的改进空间

相比城市地区,中国广大农村和偏远地区患者获得及时卒中救治服务的机会有限。MSU 为农村和偏远地区提供了宝贵的资源,各国都在利用技术突破以扩大 MSU 服务半径。最新的 5G 无线网络技术提供了更高的传输速度、更低的延迟和更大的带宽,远端医生能够通过 MSU 传输的高清监护视频、医疗影像图片、电子病历等数据,给予 MSU 实时技术支持^[36]。中国在利用新一代通信技术以支持实时远程医疗和改善 MSU 设备方面展现出独特潜力。目前中国基于 5G 技术可以实现 AIS 患者的诊断和紧

急处置,包括静脉溶栓、动脉取栓等治疗的远程会诊^[37]。但考虑到偏远地区和农村的 5G 网络覆盖范围、MSU 高速移动环境可能造成的远程连接信号质量差、连接掉线和延迟等问题,如何进一步扩大 5G 网络稳定覆盖范围和改善移动环境的信号稳定性成为 5G 网络应用的新挑战。地空结合的 Air-MSU 涉及医疗设备的集成改进问题,改进重点在于 Air-MSU 搭载的 CT 扫描等设备必须对飞机振动、极端温度变化以及可能的灰尘环境具有抵抗力,并且考虑到紧急着陆的情况,设备的固定设计必须比车辆 MSU 对应物具有更高的安全系数。澳大利亚设计了轻量级 CT 扫描仪,将重量降低到 250 kg 以下,并可改装到 Air-MSU 机舱^[38-39]。目前对这一特定领域的研究和应用仍处于早期阶段,需要进一步探索 Air-MSU 内置设备的合适重量、空间布局和操作的灵活性等。

2.3 MSU 成本效益的改善空间

成本效益分析是 MSU 推广和改善的重要环节,其根本问题是 MSU 是否提供足够的益处来抵消治疗中产生的额外费用。总体上 MSU 的初始设置和运营成本都较高,借鉴各国的经验并结合中国实际情况,可以通过几个方面的努力实现成本效益最大化:(1)在部署策略上,采取城市 MSU 中心辐射周边农村的模式,将 MSU 整合到常规 EMS 响应中,以最大限度地提高协同效应。这一设想也符合中国目前急救体系基础建设情况,可以有效减少 MSU 在基础建设方面的成本。(2)在工作模式方面,可以探索辖区所需的 MSU 的理想数量、位置和工作时间,以有效地为卒中患者服务。同时将呼叫次数保持在最低限度,这也是降低成本的有效方式。(3)在增强 MSU 效用方面,强化 MSU 院前分诊功能可以避免不必要的转运和卒中中心的拥挤。(4)在人员成本控制方面,对机上人员的专业培训也会进一步减少对机上神经科医生的需求,允许卒中专家在 MSU 以外的地点提供急救指导。基于远程医疗技术支持,一个远程神经科医生可以向多个 MSU 提供咨询,以减少专科医生成本。(5)在效果跟踪方面,随着 MSU 项目的扩大,有必要跟踪其质量和长期结果,尤其在改善患者预后和减少后续医疗支出方面进行量化研究,以确定建立 MSU 的循证标准和维护 MSU 的成本。

3 小结

各国 MSU 在卒中急救领域都取得了显著进展,但因地理、人口分布和医疗系统等因素的差异,各

国面临的挑战和采取的策略也不尽相同。将 MSU 进一步融入地方和区域紧急医疗服务,城市和偏远地区最终会从整合的 MSU 体系中受益。技术的改进为 MSU 在农村和偏远地区的服务延伸提供了支持。未来需要进一步跟踪研究,以更好地了解每种模型的医疗和健康经济效益。尽管各国 AIS 患者院前急救部署成本高昂,但 MSU 在显著改善患者预后方面有巨大潜力,在中国值得进一步推广。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] ZHANG L, LU H, YANG C. Global, regional, and national burden of stroke from 1990 to 2019: a temporal trend analysis based on the global burden of disease study 2019 [J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(6): 686-694.
- [2] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组, 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组, 等. 中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022 [J]. *中华神经科杂志*, 2022, 55(6): 565-580.
- [3] FASSBENDER K, WALTER S, LIU Y, et al. "Mobile stroke unit" for hyperacute stroke treatment [J]. *Stroke*, 2003, 34(6): e44.
- [4] EBINGER M, SIEGERINK B, KUNZ A, et al. Association between dispatch of mobile stroke units and functional outcomes among patients with acute ischemic stroke in Berlin [J]. *JAMA*, 2021, 325(5): 454-466.
- [5] UNGERER M N, BARTIG D, RICHTER D, et al. The evolution of acute stroke care in Germany from 2019 to 2021: analysis of nation-wide administrative datasets [J]. *Neurol Res Pract*, 2024, 6(1): 4.
- [6] RINK J S, TOLLENS F, TSCHALZEV A, et al. Establishing an MSU service in a medium-sized German urban area-clinical and economic considerations [J]. *Front Neurol*, 2024, 15: 1358145.
- [7] OLIVEIRA GONCALVES A S, ROHMANN J L, PICCININNI M, et al. Economic evaluation of a mobile stroke unit service in Germany [J]. *Ann Neurol*, 2023, 93(5): 942-951.
- [8] BLUHM S, SCHRAMM P, SPREEN-LEDEBUR Y, et al. Potential effects of a mobile stroke unit on time to treatment and outcome in patients treated with thrombectomy or thrombolysis: a Danish-German cross-border analysis [J]. *Eur J Neurol*, 2024, 31(9): e16298.
- [9] FONAROW G C, SMITH E E, SAVER J L, et al. Timeliness of tissue-type plasminogen activator therapy in acute ischemic stroke: patient characteristics, hospital factors, and outcomes associated with door-to-needle times within 60 minutes [J]. *Circulation*, 2011, 123(7): 750-758.
- [10] RICHARDS C T, OOSTEMA J A, CHAPMAN S N, et al. Prehospital stroke care part 2: on-scene evaluation and management by emergency medical services practitioners [J]. *Stroke*, 2023, 54(5): 1416-1425.

- [11] GROTTA J C, YAMAL J M, PARKER S A, et al. Prospective, multicenter, controlled trial of mobile stroke units [J]. *N Engl J Med*, 2021, 385(11): 971–981.
- [12] SHOWNKEEN H, RICHARDS C T, BUFFO K, et al. Outcomes of patients receiving thrombolysis in a mobile stroke unit: a 4-year retrospective, observational, single-center study [J]. *Prehosp Emerg Care*, 2023, 27(5): 652–658.
- [13] RINK J S, FROELICH M F, NOUR M, et al. Lifetime economic potential of mobile stroke units in acute stroke care: a model-based analysis of the drivers of cost-effectiveness [J]. *J Telemed Telecare*, 2024, 30(8): 1335–1344.
- [14] MATHUR S, WALTER S, GRUNWALD I Q, et al. Improving prehospital stroke services in rural and underserved settings with mobile stroke units [J]. *Front Neurol*, 2019, 10: 159.
- [15] KATE M P, JEERAKATHIL T, BUCK B H, et al. Pre-hospital triage of suspected acute stroke patients in a mobile stroke unit in the rural Alberta [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 4988.
- [16] WALTER S, FASSBENDER K, EASTON D, et al. Stroke care equity in rural and remote areas—novel strategies [J]. *Vessel Plus*, 2021, 5(27): 1–10.
- [17] EHNTHOLT M S, PARASRAM M, MIR S A, et al. Mobile Stroke Units: bringing treatment to the patient [J]. *Curr Treat Options Neurol*, 2020, 22(2): 5.
- [18] ALLIANCE A S. Latest performance data from the Melbourne mobile stroke unit [EB/OL]. (2022–10–26) [2024–08–30]. <https://austrokealliance.org.au/latest-performance-data-from-the-melbourne-mobile-stroke-unit/>.
- [19] KIM J, EASTON D, ZHAO H, et al. Economic evaluation of the melbourne mobile stroke unit [J]. *Int J Stroke*, 2021, 16(4): 466–475.
- [20] GBD 2016 Lifetime Risk of Stroke Collaborators, FEIGIN V L, NGUYEN G, et al. Global, regional, and country-specific lifetime risks of stroke, 1990 and 2016 [J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(25): 2429–2437.
- [21] WU S, WU B, LIU M, et al. Stroke in China: advances and challenges in epidemiology, prevention, and management [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(4): 394–405.
- [22] TU W J, WANG L D, SPECIAL WRITING GROUP OF CHINA STROKE SURVEILLANCE R. China stroke surveillance report 2021 [J]. *Mil Med Res*, 2023, 10(1): 33.
- [23] YE Q, ZHAI F, CHAO B, et al. Rates of intravenous thrombolysis and endovascular therapy for acute ischaemic stroke in China between 2019 and 2020 [J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2022, 21: 100406.
- [24] ZHAO J, LI H, KUNG D, et al. Impact of the COVID-19 epidemic on stroke care and potential solutions [J]. *Stroke*, 2020, 51(7): 1996–2001.
- [25] 朱良付, 李天晓, 燕重远, 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, 15(6): 316–318.
- [26] 《中国脑卒中防治报告 2021》编写组. 《中国脑卒中防治报告 2021》概要 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2023, 20(11): 783–793.
- [27] 国家卫生健康委百万减残工程专家委员会. 中国卒中急救地图 [EB/OL]. (2020–02–15) [2024–08–30]. <https://ditu.chinasdc.cn/www/ditu2Web/index2Web.html#>.
- [28] 曹黎明, 廖雨琦, 池枫, 等. 现状、挑战和展望: 中国卒中急救地图 [J]. *中国卒中杂志*, 2024, 19(4): 474–480.
- [29] 郑波, 杜潇, 王建, 等. 基于 5G 网络技术的智慧医疗在移动卒中急救系统领域的架构设计研究 [J]. *中国卒中杂志*, 2021, 16(1): 7–14.
- [30] ZHENG B, LI Y, GU G, et al. Comparing 5G mobile stroke unit and emergency medical service in patients acute ischemic stroke eligible for t-PA treatment: a prospective, single-center clinical trial in Ya'an, China [J]. *Brain Behav*, 2023, 13(11): e3231.
- [31] 黄保岗, 吴昊昊, 钱芳, 等. 应用移动卒中单元对急性缺血性卒中行院前静脉溶栓的疗效分析 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2023, 20(10): 676–682.
- [32] GU G, JIANG J, ZHENG B, et al. Building a mobile stroke unit based on 5G technology – a study protocol [J]. *Front Physiol*, 2021, 12: 752416.
- [33] 王雪平, 沈敏芳, 田晓芳, 等. 急救地图对提高缺血性脑卒中患者溶栓时效的效果研究 [J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2024, 19(2): 191–193.
- [34] 章丽贞, 汤巧美, 杨丽霞. 卒中急救地图结合快捷护理流程在急性缺血性脑卒中患者溶栓救治中的应用 [J]. *全科医学临床与教育*, 2024, 22(1): 88–89.
- [35] 徐养平, 鲁静, 王佐圣, 等. 基于“卒中急救地图”区块链模式管控卒中急救影响因素的研究 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2023, 30(3): 318–320.
- [36] KANDIMALLA J, VELLIPURAM A R, RODRIGUEZ G, et al. Role of telemedicine in prehospital stroke care [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2021, 23(6): 71.
- [37] 郭松韬, 李洪岩, 张洪钿, 等. 第五代移动通信技术移动卒中单元车载手术 1 例报告 [J]. *中国卒中杂志*, 2022, 17(2): 118–121.
- [38] COWELL K, PANG T Y, KWOK J S, et al. Can we miniaturize CT technology for a successful mobile stroke unit roll-out? [J]. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 2023, 2023: 1–5.
- [39] KWOK J S, FOX K, BIL C, et al. Bringing CT scanners to the skies: design of a CT scanner for an air mobile stroke unit [J]. *Applied Sciences*, 2022, 12(3): 1560.

收稿日期: 2024–09–24