

移动CT 脑血管造影技术操作专家共识 2020



扫一扫下载全文

中国神经科学学会神经损伤与修复分会 卫健委脑卒中防治工程委员会专家委员会
中国卒中学会急救医学分会

【关键词】 移动 CT; CT 血管造影; 急性缺血性卒中; 专家共识

Expert consensus on CT angiography technology operation of mobile CT 2020 Branch of Neurological Injury and Repair, Chinese Society of Neuroscience; Expert Committee of Stroke Prevention and Treatment Engineering Committee of Health and Health Commission; Chinese Society of Stroke Emergency Medicine

Corresponding author: Xu Ruxiang, Email: xuruxiang1123@163.com

【Key words】 Mobile CT; CT angiography; Acute ischemic stroke; Expert consensus

CT 血管造影(CT angiography, CTA)在医学上称为非创伤性血管成像技术^[1]。CTA 是一种介入检测方法,可通过上肢静脉注射含碘对比剂,根据血液循环状态,在靶血管中对对比剂浓度最佳的时刻进行 CT 螺旋扫描,采集扫描数据,利用计算机三维重建技术去除皮肤、肌肉、骨骼等不需要显示的结构,仅显示人体靶器官的三维血管结构。大型 CT 进行 CTA 检查已在临床广泛应用,如脑血管 CTA、颈部动脉 CTA 等,可显示血管病变,进行血管相关疾病的定位、定性诊断和治疗方案的制定。对于脑血管疾病,CTA 检查至关重要。CTA 成像可清楚显示颅底大脑动脉环(Willis 环),大脑前、中、后动脉及其主要分支,对梗死性或出血性脑血管疾病提供可靠的诊断依据,尤其是急性梗死性脑血管疾病,可以将其诊断提早到发病后 2 h,为患者的溶栓救治赢得“黄金”时间。

移动 CT 可以在床旁或车载灵活使用,大型 CT 成像功能强大,但是只能固定使用,移动 CT 与大型 CT 在临床应用上互补性强,拓展了 CT 的应用模式及范围^[2-4]。可以将移动 CT 推至急救室、ICU、手术室行床旁检查,形成床旁移动 CT 诊疗服务新模式,大大提升了危重脑血管患者的救治时效性^[5-7]。由于无需搬动危重患者去放射科 CT 室做扫描,规避了意外医疗风险及不良事件的发生^[8-10]。16 排移动 CT 的运行功耗小、辐射低、使用安全,但扫描孔较小,主要

用于头颈部及四肢扫描检查。

近年来,移动 CT 在国内医院的应用逐年增多。但是整机大小、结构和成像功能存在很大差异,目前可以进行多功能成像的仅有国产 16 排移动 CT,该移动 CT 支持水平轴位断层扫描、对比剂增强扫描、CTA 和脑血管灌注(CT perfusion, CTP)成像等。为了规范移动 CT 在床旁及车载进行颅脑血管 CTA 检查技术,现以 16 排移动 CT 的临床应用为基础,并参考国内外相关文献,组织专家起草了 16 排移动 CT 的 CTA 技术操作 2020 专家共识,以供大家参考^[10,11]。

一、技术指标与参数

(一)16 排移动 CT 主要技术参数

国产自主研发 16 排断层螺旋移动 CT 扫描仪,大小尺寸:1350 mm(高)×1100 mm(长)×980 mm(宽)^[11,12]。CT 扫描仪探测器为 16 排, DICOM 3 影像标准,螺旋断层扫描层厚:1.1、2.2、4.4、8.8 mm;空间分辨率:9 线对/cm,扫描矩阵 512×512,扫描孔径:320 mm,扫描野:28 cm;X 线球管电压:100、110、120 kV, X 线球管电流:6~8 mA。笔记本式电脑工作站:Windows 10 64 位专业版,英特尔 Core TM i7, CPU 主频:3.4 GHz, 16 GB 内存, 512 GB 硬盘, 可进行 2D、3D 和多层平面重建显示。

(二)使用时环境及电源要求

温度:10℃~40℃;相对湿度:30%~75%;电源:220 V±10%交流电,在无外接电源时,扫描仪内置蓄电池也可连续为 5~10 例患者进行头部扫描。

(三)辐射剂量与射线防护

16 排移动 CT 头部平扫协议 CTDIvol 为 3627 mGy,

CTA 扫描协议 CTDIvol 为 20.60 mGy,该移动 CT 内部设有多重 X 射线铅防护,并在扫描窗的前后方设置外挂铅帘(前方 2 块、后方 1 块铅帘),进行射线防护,有效防护 X 射线散射^[1]。如果车载移动 CT(移动卒中单元)进行 CTA 检查,依据国家相关管理要求,救护车需要进行铅防护处理,并达到国家相关的 X 射线防护标准。

(四)检查方法

1.移动 CT 准备:将移动 CT 机推到急救室、ICU 或手术室病床前,选择病床头侧安放 CT,按住下降按钮,使 CT 平稳着地,确保机器处于平衡稳定待机状态,也可在“移动卒中单元”救护车上进行 CTA 检查。

2.扫描头托安装及头部摆位:扫描头托为碳纤维材质可透 X 线,适于常规病床及担架转运车扫描检查。将碳纤维扫描托板安装于病床或转运车头侧,患者仰卧位头部移至扫描托板上,调整对位病床或转运车,将患者头部置于扫描孔中间,用红外激光线校正对准,将眼外眦-外耳道口的连线设定为扫描基线。

3.头部 CTA 扫描:在移动工作站上输入患者信息,选择 CTA 扫描协议,开始扫描。扫描的图像数据通过无线方式自动传输到移动工作站,运用专用软件进行图像后处理,显示脑血管结构,图像通过 PACS 上传或保存于各种移动储存设备。

二、CT 扫描前准备

(一)设备准备

- 1.依照 CT 设备的开机要求按步骤操作。
- 2.按设备要求预热 X 线管。
- 3.建议按设备要求进行空气校正。
- 4.建议确保有足够的存储空间。如果有 PACS 系统,需要确保数据传输通畅。
- 5.确保影像交付介质处于正常状态。
- 6.定期做好 CT 设备的预防性维护(设备状态维护)。
- 7.CT 室配备常用急救器械和药品^[13]。
- 8.所有 CTA 检查病例均需要做碘过敏试验,提前检查高压注射器及碘造影剂等。

(二)受检者准备

- 1.增强扫描,医务人员必须在检查前告知患者和(或)其家属造影检查及造影剂使用的注意事项,需签署对比剂使用知情同意书。
- 2.受检者检查前,去除头颈部的金属饰品或可能影响 X 线穿透力的物品。静脉穿刺放置留置针

(20G)备用。

3.遇不配合的受检者(如婴幼儿、躁动不安或意识障碍者),在 CT 扫描前遵医嘱给予镇静处理。

4.嘱咐受检者在扫描过程中保持体位不动,以免头部移动产生伪影,并要求闭眼注视正前方、避免吞咽动作等。

(三)操作者准备

- 1.掌握基本的影像诊断知识,可根据受检者的疾病特点和诊断的需要设置个性化的扫描流程与参数。
- 2.熟练掌握 CT 机的性能和特点。
- 3.严格执行仪器及造影剂使用“查对”制度。
- 4.向受检者做好机器使用的解释工作,消除其顾虑和紧张情绪,使患者配合检查。
- 5.能够及时发现 CT 扫描过程中受检者的异常情况。掌握基本的急救技术,准确判断有关的症状与体征,一旦发生造影剂过敏等意外情况时,联合有关急救人员及时进行抢救。
- 6.熟悉移动 CT 影像危急值的范围及应急处置措施。

(四)图像质量控制

- 1.检查部位符合临床诊断需求。
- 2.图像上无设备故障造成的伪影。
- 3.图像采集和重建参数符合影像诊断的需求。
- 4.预置合适的窗宽和窗位。
- 5.图像标识显示完整。
- 6.增强检查期相应达到临床诊断要求。

(五)其他

- 1.定期检查急救药品的有效期,并及时更新。
- 2.如果受检者发生过敏、出血或栓塞等不良事件,及时组织抢救并做好记录及时上报。
- 3.受检者登记时必须核对信息;发放检查报告时,必须再次核对受检者的相关信息。

三、颅脑 CTA 扫描技术

(一)适应证

- 1.缺血性脑血管疾病:急性脑梗死、硬化性脑血管狭窄、脑动脉斑块形成等。
- 2.出血性脑血管疾病:自发性蛛网膜下腔出血,如脑动脉瘤、脑动静脉畸形等。

(二)检查技术

- 1.体位:取仰卧位,头部置于头托内,头部正中矢状面与正中定位线重合,使头部位于扫描野的中心,眼外眦-外耳道口连线垂直于检查床。依据病情需要,常规以听眦线或听眶上线为扫描基线,扫描范

围从颅底至颅顶。

2.参数:采用容积轴扫方式,管电压 120 kV,管电流 8 mAs,探测器组合 16 mm×1.1 mm,一般行逐层扫描,层厚 1.1 mm,层间距 1.1 mm。

3.扫描:先进行轴位断层扫描确定感兴趣区,然后采用高压注射器经肘静脉团注对比剂(流率为 4.0~5.0 mL/s,用量为 60~80 mL)+生理盐水(流率为 4.0 mL/s,用量为 30 mL)的注射方式。延迟 15~20 s 扫描。体弱或体质量指数<18 kg/m²的受检者,对比剂用量要根据药品说明书酌减。

(三)图像处理

1.预置窗宽、窗位:头窗的窗宽 80~135 HU,窗位 35~45 HU;软组织窗的窗宽 300~400 HU,窗位 30~50 HU;骨窗的窗宽 3000~4000 HU,窗位 300~500 HU。

2.CTA 三维图像重建:头部血管图像,容积数据用 CREALIFE 思创 Anythink CT Plus 4.2 软件,后处理包括多层平面重建、曲面重建、容积重组、最大强度投影及表面遮盖法。

(四)影像质量标准

1.脑组织窗:能够显示眼球及视神经、脑灰白质边界、基底神经节、脑室系统、中脑周围的脑脊液腔隙,静脉注射对比剂后可显示脑的大血管和脑血管网等结构。

2.骨窗:显示颅骨的内板、外板和板障为准。

3.脑血管:(1)清晰显示颅底 Willis 环,大脑前、中、后动脉主干及其 2~3 级分支血管与走行;(2)显示颅内动脉内血栓及脑血管充盈缺损情况。

四、临床应用结果分析

(一)移动 CT 技术特点

国产 16 排移动 CT 于 2017 年 3 月开始,在原陆军总医院、吉林大学第一医院、四川省人民医院、廊坊市爱德堡医院等多家医院进行临床应用,截至 2019 年 12 月已经完成头部检查约 10 000 例次,包括在急诊室、ICU、手术室床旁检查,以及救护车车载扫描,同时也顺利通过了陆军救护车行驶状态下移动扫描、海军船载航行状态下移动扫描及空军救援直升机载飞行状态下移动扫描试验^[11,14-18]。国产 16 排移动 CT 建立了水平轴位平扫、对比剂增强扫描、螺旋扫描 CTA 及 CTP 检查等。由于移动 CT 的体积及重量小(整机重量仅 270 kg),整机的结构及功能与大型 CT 完全不同。移动 CT 运行功耗小、辐射剂量低、扫描窗空间小,没有配置专用的扫描床,扫描检查的器官主要是头颈部,受检对象主要是不宜搬

动的脑部疾病危重症患者。检查时借助碳纤维托板与病床、手术床及转运车临时对接固定,进行头部扫描检查,不能用于体型宽大的胸部、腹部等检查。

移动 CT 的结构和扫描控制与大型 CT 完全不同。大型 CT 的龙门架体型和重量庞大,只能固定在专门的检查室进行检查,扫描场地选择要求严格,必须远离振动源和大功率电器。大型 CT 扫描时龙门架固定旋转,由专配的电动床控制扫描轴向长度及重复扫描部位,确保了 CT 扫描的稳定性和扫描部位及范围的精准控制。由于移动 CT 没有配置专用扫描床,其通过整机龙门架自身的旋转实施扫描并控制扫描长度及范围。因此,移动 CT 在进行螺旋 CTA 检查时,需要同时解决扫描范围控制及减振的技术难题。利用徐如祥教授团队的发明专利技术,16 排移动 CT 安装了精密机械导轨和减振器,整机在精密导轨上滑动并平稳扫描,通过减振器消除和减轻机器自身旋转产生的晃动和地面传导的振动干扰,有效地解决了扫描范围精准控制与振动干扰的难题,确保 16 排移动 CT 精确地执行 CTA 螺旋扫描任务。

(二)CTA 与急性缺血性脑卒中

在近十多年来,CTA 技术有力地推动缺血性脑卒中诊疗技术的快速发展。CT 成为了绝大多数医院进行急性脑卒中诊疗的主要仪器,通常在急诊室或其附近使用 CT 扫描仪。CT 是一种快速、高精度的成像技术,CT 平扫主要用于判断颅内出血性疾病,而 CTA 主要用于判断颅内血管闭塞性疾病^[19,20]。目前,CTA 检查也用于出血性脑血管的诊断。

目前,徐如祥教授团队开发了 16 排移动 CT 床旁 CTA 扫描成像技术,在扫描流程控制、对比剂注射速度、螺旋脑血管扫描序列及扫描时间、图像后处理等方面进行了研究分析。临床研究结果显示,16 排移动 CT 进行 CTA 扫描流程控制可靠,成像快捷、图像清晰,符合临床 CTA 诊断标准^[1]。由于 CTA 检查的技术要求高,运用移动 CT 进行 CTA 检查在国内外尚处于探索阶段,绝大多数医疗机构仍然采用大型多排或双源 CT 进行 CTA 检查。Becks 等^[21]报告,该中心选取 2015 年完成治疗的 110 例颅内动脉血管阻塞患者的影像学资料,采用 2 种评估方法,第 1 种方法对 CT 平扫和 CTA 图像进行分析,第 2 种方法在第 1 种方法的基础上,还增加了 CTP 图像,评估分析由 3 位经验不同的专家分别完成。评估结果显示:CTA 对于近端血管闭塞诊断有较高的准确性,CTP 检查对近端血管闭塞的诊断作用不大。而对

于前、后循环梗死的判断,87%~89%的 CTP 检查显示有灌注不足,且前循环比后循环更常见。结论:随着远端和后循环血管闭塞检测技术的改进,显著提高了 CTA 对颅内血管闭塞检测的准确性。

近年有研究显示,全身静脉溶栓治疗剂 rt-PA 是唯一的再灌注疗法,在症状出现后 4.5 h 内给药可改善临床疗效,提出诊断和治疗的时效性极为重要^[19,22]。还有随机对照研究发现,在近端颅内血管闭塞的情况下,当动脉内血栓切除术在脑卒中开始后 6 h,甚至 12 h 时,临床结果也获得显著改善,表明不同部位脑内血栓治疗技术和时限不同^[23,24]。因此,对脑血管梗死急性期准确、全面、快速的诊断评价提出了更高的要求。特别是对于需要实施动脉内血栓切除术的患者,CTA 是评估颅内近端血管闭塞的必要条件^[25]。近年来还有学者报告,采用 CTA 与 CTP 联合技术,可提高不同血管闭塞检测诊断的准确性、可靠性,尤其是 4D-CTA 血管造影技术能够明确颅内血栓负荷,为治疗方案制定提供更多参考^[26-30]。

五、展望

利用移动 CT 进行 CTA 成像,其优势在于方便急性重症脑梗死患者进行床旁检查或在“移动卒中单元”上完成检查,其运行功耗小、辐射剂量低、扫描快捷,降低危重患者转运风险,诊断及时,可以为急性脑梗死患者溶栓救治赢得更充裕的时间。但是,与大型螺旋 CT 相比较,移动 CT 进行 CTA 成像存在一定的局限性,扫描孔较小仅限于头部血管成像,功能及应用范围较为局限,可以与大型 CT 在临床应用上和技术融合,优势互补。CTA 与 CTP 技术相结合也是重要的发展方向,CTA 能够发现大血管狭窄或闭塞的情况,而 CTP 能够精确判断脑缺血区范围与程度,为脑卒中的救治提供更有价值的参考。

核心专家(按姓氏拼音排序):郭伟(首都医科大学附属北京天坛医院,guowei1010@126.com)、吉训明(首都医科大学宣武医院,jixunming@vip.163.com)、康德智(福建医科大学第一附属医院,kdz99988@vip.sina.com)、李斗(北京急救中心,lidou86@126.com)、王海峰(吉林大学第一医院,wanghaifeng1994@163.com)、徐如祥(四川省人民医院,xuruxiang1123@163.com)、于炎冰(中日友好医院,yuyanbing@163.com)、张通(北京博爱医院,zhangtong@163.com)、赵世光(哈尔滨医科大学第一附属医院,guangsz@hotmail.com)

特邀专家(按姓氏拼音排序)

常黎明 丁伟 顾国明 郭辉 郭再玉 何志红 何超明 姜长春 李明 李艳春 刘玲 孟令盘 彭兆龙 石峰军

孙军 唐锐 王继跃 王泉治 王忠安 吴喜 谢向东 解锋 许刚 杨思进 闫中瑞 张悦新 周月红

共识专家(按姓氏拼音排序)

陈高 陈礼刚 陈立华 陈隆益 代秋声 戴宜武 党木仁 丁涟沐 段炼 范波 费舟 冯华 冯东侠 付双林 高飞 高亮 高国一 顾建文 郭伟 郭洪波 郭秀海 何江弘 贺晓生 胡志强 吉训明 江荣才 荆亚新 康德智 康全利 柯以铨 李斗 李俊 李新钢 李永宁 栗志利 林元相 林章雅 刘佰运 刘春祥 刘红梅 刘家传 刘劲芳 刘京铭 刘卫平 刘献志 罗永春 庞琦 钱东翔 钱锁开 屈延 曲春城 阙志生 孙伟 田新华 王海峰 王汉东 王君宇 王尚武 王振方 吴生贵 肖华 熊晖 徐超 徐弢 徐涛 徐如祥 许家林 许民辉 杨志军 姚谦明 于强 于炎冰 余俐 郁毅刚 张赛 张通 张方成 张洪钿 张剑宁 张鹏远 张旺明 张文中 张越林 张志强 张志文 赵庆平 赵世光 甄雪克

参 考 文 献

- [1] 张志强,李飞,王振方,等. 16 排移动 CT 脑血管造影的初步结果报告[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2018, 4(5): 260-263.
- [2] 张强,吴素芳,张志强,等. 移动式床旁 CT 的初步临床应用[J]. 中华神经医学杂志, 2011, 10(2): 197-199.
- [3] Lyster MJ, Albright KC, Boehme AK, et al. The potential impact of maintaining a 3-hour IV thrombolysis window: how many more patients can we safely treat?[J]. J Neurol Disord Stroke, 2013, 1(2): 1015.
- [4] Evans MRB, White P, Cowley P, et al. Revolution in acute ischaemic stroke care: a practical guide to mechanical thrombectomy[J]. Pract Neurol, 2017, 17(4): 252-265.
- [5] 张志强,刘丽娟,张强,等. 移动 CT 和常规 CT 检查对颅脑损伤后脑继发性损害及治疗效果的影响[J]. 中华神经医学杂志, 2016, 15(11): 1159-1163.
- [6] LaRovere KL, Brett MS, Tasker RC, et al. Head computed tomography scanning during pediatric neurocritical care: diagnostic yield and the utility of portable studies[J]. Neurocrit Care, 2012, 16(2): 251-257.
- [7] Masaryk T, Kolonick R, Painter T, et al. The economic and clinical benefits of portable head/neck CT imaging in the intensive care unit[J]. Radiol Manage, 2008, 30(2): 50-54.
- [8] Rumboldt Z, Huda W, All JW. Review of portable CT with assessment of a dedicated head CT scanner[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30(9): 1630-1636.
- [9] Peace K, Wilensky EM, Frangos S, et al. The use of a portable head CT scanner in the intensive care unit[J]. J Neurosci Nurs, 2010, 42(2): 109-116.
- [10] Gunnarsson T, Theodorsson A, Karlsson P, et al. Mobile computerized tomography scanning in the neurosurgery intensive care unit: increase in patient safety and reduction of staff workload[J]. J Neurosurg, 2000, 93(3): 432-436.
- [11] 张志强,代秋声,李飞,等. 新型 16 层移动 CT 扫描 391 例患者头部的临床应用分析[J]. 中华神经医学杂志, 2018, 17(2): 184-

- 188.
- [12] 张志强, 郭俊英, 代秋声, 等. 救护车载移动 CT 头部扫描在移动医疗中的应用[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2018, 4(1): 5-8.
- [13] 中华医学会放射学分会对比剂安全使用工作组. 碘对比剂使用指南(第 2 版)[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(43): 3363-3369.
- [14] 李文臣, 张晓红, 徐如祥, 等. 新型国产 16 层移动 CT 在颅脑创伤中的临床应用[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2019, 5(1): 11-14.
- [15] 蒋崇贵, 陈隆益, 曾义, 等. 新型国产 16 排移动 CT 和常规 CT 在神经重症监护室临床应用的时效性比较[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2019, 5(6): 341-344.
- [16] 赵浩, 郑全乐, 潘文龙, 等. 移动卒中单元在院前救治急性缺血性脑卒中的应用[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2018, 4(3): 179-181.
- [17] Zhang HT, Chen LH, Xu RX. Portable 3D-head computed tomography (CT) navigation-guided key-hole microsurgery for spontaneous hypertensive hemorrhages[J]. Med Sci Monit, 2019, 25: 10095-10104.
- [18] 李学周, 蔡金辉, 王振方, 等. 和平方舟号医院船 16 排移动 CT 头部扫描报告[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2020, 6(1): 23-26.
- [19] Adams H, Adams R, Del Zoppo G, et al. Guidelines for the early management of patients with ischemic stroke: 2005 guidelines update a scientific statement from the stroke council of the American Heart Association/American Stroke Association [J]. Stroke, 2005, 36(4): 916-923.
- [20] Sabarudin A, Subramaniam C, Sun Z. Cerebral CT angiography and CT perfusion in acute stroke detection: a systematic review of diagnostic value[J]. Quant Imaging Med Surg, 2014, 4(4): 282-290.
- [21] Becks MJ, Manniesing R, Vister J, et al. Brain CT perfusion improves intracranial vessel occlusion detection on CT angiography[J]. J Neuroradiol, 2019, 46(2): 124-129.
- [22] National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 1995, 333(24): 1581-1587.
- [23] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials[J]. Lancet, 2016, 387(10029): 1723-1731.
- [24] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. N Engl J Med, 2015, 372(11): 1019-1030.
- [25] Fugate JE, Brinjikji W, Cloft H, et al. Variability of stroke patients meeting endovascular stroke trial criteria in a non-clinical trial setting[J]. J Neuroradiol, 2018, 45(3): 192-195.
- [26] Donahue J, Wintermark M. Perfusion CT and acute stroke imaging: foundations, applications, and literature review [J]. J Neuroradiol, 2015, 42(1): 21-29.
- [27] Abdelgawad EA, Higazi MM, Abdelbaky AO, et al. Diagnostic performance of CT cerebral blood volume colour maps for evaluation of acute infarcts; comparison with diffusion-weighted MRI within 12 hours of major stroke onset[J]. J Neuroradiol, 2017, 44(1): 10-16.
- [28] van Seeters T, Biessels CJ, Kappelle LJ, et al. CT angiography and CT perfusion improve prediction of infarct volume in patients with anterior circulation stroke[J]. Neuroradiology, 2016, 58(4): 327-337.
- [29] Wagemans BA, van Zwam WH, Nelemans PJ, et al. 4D-CTA improves diagnostic certainty and accuracy in the detection of proximal intracranial anterior circulation occlusion in acute ischemic stroke[J]. PLoS One, 2017, 12(2): e0172356.
- [30] Fluss R, Rahme R. How reliable is CT angiography in the etiologic workup of intracranial hemorrhage? A single surgeon's experience[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2020, 188: 105602.

(收稿日期:2020-02-28)

(本文编辑:马帅)

中国神经科学学会神经损伤与修复分会, 卫健委脑卒中防治工程委员会专家委员会, 中国卒中学会急救医学分会. 移动 CT 脑血管造影技术操作专家共识 2020[J/CD]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2020, 6(2): 076-080.