

移动CT 床旁头部检查技术专家共识 2019

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



扫一扫下载指南原文

【关键词】 移动 CT; 大型常规 CT; 颅脑损伤; 专家共识

Mobile CT bedside head examination technical expert consensus 2019 Branch of Neurological Injury and Repair, Chinese Society of Neuroscience; Expert Committee of Stroke Prevention and Treatment Engineering Committee of Health and Health Commission

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

【Key words】 Mobile CT; Conventional CT; Traumatic brain injury; Expert consensus

移动 CT 床旁头部检查是一项新技术, 将移动 CT 推至重症监护室(intensive care unit, ICU)、手术室、急诊室, 为危重或术中患者在床边做头部检查, 提供实时影像资料, 解决颅脑重症患者救治的诊断技术难题。1972 年 CT 的发明, 是医学影像学发展史上的一次重大革命。CT 的密度和空间分辨率高, 对病灶定位和定性准确, 为临床提供直观可靠的影像学诊断依据。移动 CT 的诞生是 CT 成像技术的又一创新发展, 其与大型常规 CT 形成了临床应用互补, 进一步拓展了 CT 的检查应用范围^[1-4]。大型常规 CT 的整机体积和质量庞大, 需要设置 X 射线屏蔽扫描室、操作控制室、大型电脑工作站及专用的电控扫描床, 该 CT 可以进行头颈部及胸、腹部等全身各器官的平扫、增强、CT 血管造影(computed tomography angiography, CTA)及 CT 灌注成像等检查, 成像功能强大, 应用范围广。但大型常规 CT 最大的局限是只能在固定的场地扫描, 所有患者必须送至 CT 室才能进行检查, 对于危重患者或术中患者, 特别是正在使用呼吸机或进行多种生命功能监测的患者, 或者术后体内放置引流导管患者, 要将这些患者送去 CT 室做检查存在引发意外医疗事件的风险^[5-7]。而移动 CT 的整机体积和质量小, 不需要配备电动控制扫描床, 借助可透 X 射线的碳纤维头托与普通病床或转运车对接即可进行床旁检查, 建立了以患者为中心的移动诊疗服务新模式, 提升了颅脑危重患者的救治水平^[8-11]。由于无需搬动危重患者去放射科 CT 室做扫描, 有效地规避了意外医疗风险及不良事件的

发生^[6,7,12,13]。

近年来, 移动 CT 在中国医院的临床应用逐年增多, 为了规范移动 CT 床旁头部检查技术, 提升诊疗服务水平、使用效率和安全性, 以 CereTom 8 排移动 CT 和国产 16 排移动 CT 的临床应用技术为基础, 并参考国内外相关文献, 组织专家撰写了移动 CT 床旁头部检查技术专家共识, 以供参考。

一、移动 CT 的技术参数与性能

目前临床常用的头部断层成像移动 CT 有 CereTom 8 排移动 CT 和国产 16 排移动 CT, 其技术参数及性能特点如下。

(一) 技术参数

CereTom 8 排移动 CT: 由美国 Neurologica 公司生产, 尺寸为 1531 mm×729 mm×1338 mm (高×长×宽), 质量为 438 kg; 探测器为 8 排, DICOM 3 影像标准, 扫描层厚 1.25、2.50、5.00、10.00 mm, 空间分辨率为 7 线对/cm; 扫描矩阵 512×512, 扫描孔径 318 mm, 扫描野 25 cm; X 射线球管电压 120 kV, 球管电流 7 mA。笔记本电脑工作站, Windows XP 专业版, 英特尔 CoreTM2 3GA2 双核处理器, 2 GB 内存, 120 G 硬盘, 装有 Voxar 3DT 诊视软件包, 可进行 2D、3D 和多平面重建 (multi-planar reconstruction, MPR) 显示, 兼容 PACS 系统^[1,7-9]。CereTom 8 排移动 CT 扫描板为碳纤维材质可透 X 线, 临时装于普通病床头侧或担架车头侧, 支撑头部进行扫描检查。

国产 16 排移动 CT: 中国自主研制, 尺寸为 1350 mm×1100 mm×980 mm (高×长×宽), 质量为 270 kg; 探测器为 16 排, DICOM 3 影像标准; 扫描层厚 1.1、2.2、4.4 mm, 空间分辨率 9 线对/cm; 扫描矩阵 512×512, 扫描孔径 330 mm, 扫描野 30 cm; X 线球

管电压 120 kV, 球管电流 8 mA; 笔记本电脑工作站, Windows XP 专业版, 英特尔 CoreTM2 3GA2 双核处理器, 2 GB 内存, 120 G 硬盘, 装有 Voxar3DTM 诊视软件包, 可进行 2D、3D 和 MPR 显示, 兼容 PACS 系统^[2,13-15]。16 排移动 CT 扫描板材质及使用方法与 8 排移动 CT 相同。

(二) 使用时环境及电源要求

8 排和 16 排移动 CT 扫描环境条件: 温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 20%~35%; 电源为 110V/220V 交流电。

(三) 辐射剂量与射线防护

CereTom 8 排移动 CT 头部扫描辐射剂量^[12]: 轴面断层平扫为 82.52 mGy, 增强为 70.728 mGy, CTA 为 29.3 mGy; 16 排移动 CT 头部扫描辐射剂量^[2,13]: 轴面断层平扫和增强扫描均为 36.27 mGy, CTA 为 20.6 mGy。8 排移动 CT 的外壳为铁质金属材料, 16 排移动 CT 外壳为新型工程塑料, 具有防酸碱、防锈蚀的作用, 硬度和脆性符合 CT 外壳设计要求。2 种移动 CT 的内侧面均覆有 1.0 mm 铅皮, 3 个外置 0.5 mm 铅挂帘(扫描窗前方 2 块, 后方 1 块), 防止 X 射线散射。

(四) 检查方法

8 排和 16 排移动 CT 的检查方法: 将移动 CT 推至病床前或转运车前, 在手提电脑工作站上输入患者信息, 将扫描板(头托)安装于病床或转运车头侧, 将患者头部移至扫描板上, 调整病床或转运车将患者头部置于扫描孔中间, 以眼外眦-外耳道口的连线设定为扫描基线; 在扫描仪液晶触屏或手提电脑上设定扫描参数, 开始扫描, 扫描完毕后, 患者回位, 完成扫描检查。扫描的图像数据通过无线方式自动传输到笔记本式电脑工作站, 工作人员进行图像处理, 图像通过 PACS 上传或保存于各种移动储存设备。

二、移动 CT 扫描前准备

(一) 设备准备

(1) 检查室按照各类型设备的要求提供适宜的温度和湿度; (2) 依照 CT 设备开机的要求按步骤操作; (3) 按设备要求预热 X 线管; (4) 建议按设备要求进行空气校正; (5) 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; (6) 确保影像交付介质处于正常状态; (7) 定期做好 CT 设备的预防性维护(设备状态维护); (8) CT 室配备常用急救器械和药品; (9) 特殊病例需要做增强检查时, 需提前检查高压注射器及碘造影剂等。

(二) 受检者准备

(1) 如需要增强扫描, 患者必需做碘过敏试验。医务人员必须在检查前将造影检查及造影剂的注意事项告诉患者和(或)患者家属, 并让其在造影剂使用知情同意书上签字; (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; (3) 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、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, 能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) 落实“查对”制度; (4) 向受检者做好解释工作, 消除其顾虑和紧张情绪, 检查时取得患者配合; (5) 能够及时发现检查过程中受检者的异常情况, 熟练掌握心肺复苏术, 在受检者发生过敏等意外情况时能及时及进行抢救; (6) 熟悉影像危急值的范围。

(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) 增强检查期达到相应的临床诊断要求。

(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等不良事件, 及时做好记录并按要求上报; (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、移动 CT 扫描与临床应用

(一) 适应证

急性颅脑创伤、脑出血、脑梗死、脑畸形、脑积水、颅内炎症、脑肿瘤以及脑实质变性和脑萎缩等疾病。

(二) 检查技术

1. 常规平扫: (1) 体位: 取仰卧位, 头部置于检查床头架内, 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。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, 有效管电流 7~8 mAs, 探测器组合 8×1.250 mm, 一般行逐层扫描, 层厚 2.5~5.0 mm, 层间距 5 mm。

2.增强扫描:(1)常规增强扫描:扫描参数与常规平扫相同。采用高压注射器经静脉团注对比剂,流率为 1.5~2.0 mL/s(观察动脉瘤、动静脉畸形等血管病变时,流率可达 3.0~4.0 mL/s),对比剂用量为 50~70 mL。根据病变的性质设置头部增强的延迟扫描时间,血管性病变延迟 25 s,其他病变 50~55 s。(2)颅脑 CTA:采用对比剂(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。体弱或体质指数 $<18\text{ kg/m}^2$ 的受检者,对比剂用量要根据药品说明书酌减^[16]。

(三)图像处理

1.预置窗宽、窗位:软组织窗的窗宽 80~100 HU,窗位 35~45 HU;骨窗的窗宽 3500~4000 HU,窗位 500~700 HU。

2.常规三维图像重建:用薄层横断面数据进行 MPR,可获得脑组织的冠状面、矢状面、斜面图像。运用表面遮盖法(shade surface displayment,SSD)显示颅骨的骨折线、病变与周围解剖结构的关系等。

3.CTA 三维图像重组:头部血管图像后处理常包括 MPR(曲面重建)、最大强度投影、容积重组及 SSD。

(四)影像质量标准

1.脑组织窗:能够清晰显示眼球及视神经、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、静脉注射对比剂后的大血管和脑室脉络丛。

2.骨窗:显示颅骨的内板、外板和板障。

3.CTA:通过对比剂可以显示颅内动脉血管,包括颈内动脉颅内段、大脑中、大脑前、脑底动脉环、基底动脉、大脑后动脉等。静脉系统显示上矢状窦、下矢状窦、直窦及乙状窦等。

四、临床应用结果分析

(一)移动 CT 扫描结果判定

1.CT 平扫:CT 平扫主要用于颅脑损伤诊断,可以清晰显示颅内血肿、脑组织挫裂伤、急性脑水肿、脑积水及脑组织受压移位等影像学改变。CT 平扫可以甄别出血性或缺血性脑卒中^[4,6,17]。急性出血性脑卒中 CT 影像多表现为高密度血肿影和(或)脑室、脑池出血、脑组织受压征象。急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke,AIS)患者在发病最初 6 h 内 CT 扫描见不到脑组织低密度改变,但依据病史和体征可以做出 AIS 的诊断。

2.CT 增强扫描:急性颅脑损伤患者不需要进行 CT 增强检查,急性脑卒中患者 CT 增强检查的应用价值不大。CT 增强扫描主要用于检查血管损伤、动

脉瘤、动静脉畸形、海绵状血管瘤等疾病引起的脑出血,以显示血管病变的部位和结构征象。

3.CTA 成像:CTA 检查为创伤性血管破裂出血、高血压脑出血、动脉瘤破裂出血等提供可靠的诊断依据。闭塞性脑血管病可以酌情选择脑血管 CTA 成像检查。

(二)CereTom 8 排移动 CT 临床应用

移动 CT 床旁头部扫描为颅脑重症患者的救治提供了新的技术手段。神经外科 ICU 中的危重患者或颅脑术后意识障碍的患者,需要进行头部 CT 检查,但是在转运患者去放射科进行 CT 室检查时,常常不得已需暂时停止生理监测和一些抢救设备的运行,易加重患者病情或引发意外医疗事件的发生^[10,11]。国外学者研究报道,患者在病情无明显差异的情况下,常规 CT 检查时高、中度危险的患者并发症发生率分别为 25%和 20%,但是在转运患者的过程中,出现有害事件的发生率上升至 71%,而进行床旁移动 CT 检查时,有害事件的发生率显著下降至 4.3%或 0.0%^[12,13]。Carlson 等^[11]报道,2007~2010 年应用移动 CT 术中扫描 50 例患者,记录脑肿瘤、脑血管病、脑池引流和脑脊液分流等手术时间、诊断价值、操作步骤、CT 检查的作用及手术计划改变的比例,结果显示 50 例患者手术平均时间 121 min(31~563 min),其中脑池引流手术平均 54 min,术中 CT 扫描使手术计划改变 16 例(32%),提示术中 CT 检查对手术计划修正有重要参考作用,可提高手术的安全性。国外还有学者报道,在 3 年期间应用 CereTom 移动 CT 进行 3421 例患者头部床旁扫描,其中神经科 ICU 检查 3278 例(95.8%),其他重症 ICU 检查 97 例,手术室检查 53 例,急诊室检查 1 例,血管造影室检查 2 例,结果显示移动 CT 性能可靠、成像一致性良好,显著降低了患者转运相关的并发症,提升了诊断的效率^[18]。

颅脑急症的医疗诊断决策通常需要影像学检查,但是 CT 在广大农村地区仍然少见。加拿大 Hay^[19]报道,在阿尔伯特省启动的多中心卒中行动计划中,总计有 2 个高级卒中中心、5 个区域中心医院、4 个初级社区卒中中心共同参与,专门配置了 CereTom 8 排移动 CT,在 2 年的研究期间,为 35 000 例的卒中患者提供了快捷的移动 CT 影像诊断,并通过 PACS 系统和互联网实现各中心之间的影像信息联通,使所有的社区卒中患者在 4.5 h 内得到 8 排移动 CT 扫描诊断和静脉溶栓治疗,有效解决了 AIS 溶栓治疗的时间窗问题。近年来,国外已兴起了将移

动 CT 装配在救护车上,构建移动卒中单元,在救护车上进行 AIS 的快速检查、CT 诊断和溶栓治疗,取得了显著效果^[20,21]。

2010 年 8 月中国引进了 CereTom 8 层移动 CT,在急诊室、ICU 和手术室进行了头部床旁扫描,截止 2017 年 7 月,总计床旁检查 49 068 例,扫描 78 771 例次,其中急诊室检查 44 433 例,ICU 检查 4549 例,手术室检查 86 例,结果显示总阳性率为 80.35%,在 ICU 和手术室检查诊断阳性率为 100%^[1,8,9,22]。2016 年,国内有学者对比分析了 8 排移动 CT(1917 例)和常规大型 CT(593 例)的扫描频次、继发性脑损害发生率和治疗效果,结果显示,移动 CT 床旁扫描与大型常规 CT 相比较,移动 CT 组接受头部扫描的频次分别为:GCS 3~5 分平均 5.12 次,GCS 6~8 分平均 4.88 次;大型常规 CT 组的扫描频次分别为:GCS 3~5 分平均 3.53 次,GCS 6~8 分平均 4.08 次,2 组差异有统计学意义;移动 CT 组脑继发性损害(包括颅内血肿、脑水肿、外伤性脑梗死、创伤性蛛网膜下腔出血等)的发生率、死亡率及重残率显著低于大型常规 CT 组。还有文献对比分析重型颅脑损伤患者分别应用移动 CT(50 例)和大型常规 CT(50 例),结果显示移动 CT 组扫描耗时 (23.56 ± 5.71) min,转运时间 (3.18 ± 1.28) min,而大型常规 CT 组扫描耗时 (41.98 ± 8.23) min,转运时间 (16.91 ± 4.38) min,2 组比较差异有统计学意义;移动 CT 组的并发症(脑出血、颅内感染、脑积水等)为 8.33%,而大型常规 CT 组为 30.00%,2 组比较差异有统计学意义;移动 CT 组的治疗总有效率为 91.67%,而大型常规 CT 组为 68.33%,2 组间比较差异有统计学意义^[23]。

移动 CT 数字化成像,诊断精准、使用便捷,显著提升了颅脑损伤、脑出血、脑梗死等危重患者的诊疗水平。但是,无论是平扫或增强扫描,8 层移动 CT 的图像分辨率、图像重建速度与大型常规 CT 相比,尚存在一定的差距^[1,6,24]。8 排移动 CT 在技术上存在问题如下:(1)该移动 CT 体积和质量偏大(438 kg),推动较为困难;(2)该移动 CT 依赖其底座的两条橡胶履带直接在地面轴向移动扫描,容易受地面条件的限制,产生运动伪影;(3)扫描辐射剂量偏大(82.52 mGy),在开放的环境下应用可能存在一定的辐射危害性。Abdullah 等^[25]对移动 CT 和常规 CT 成像质量进行了对比研究,通过对空气、水和骨质的检测分析,结果显示虽然 8 排移动 CT 的成像质量与常规 CT 相比较存在一定的差距,而且辐射剂量高于常规 CT,但是其成像质量和辐射剂量符合美国

放射学院的指南标准。

(三)国产 16 排移动 CT 临床应用

国产 16 排移动 CT 于 2017 年 3 月开始在医院进行临床试验,3 个月时间内,头部扫描 391 例,其中急诊室 131 例,ICU 156 例,手术室 69 例,应用救护车车载移动 CT 头部扫描 35 例;疾病分类:颅脑外伤 68 例,脑出血 122 例,脑梗死 120 例,脑肿瘤 59 例,面肌痉挛 22 例。分别从 16 排移动 CT 检查组和 8 排移动 CT 组各选取 35 例,进行成像分辨率、辐射剂量和单次头部扫描功耗的对比分析。结果显示 16 排和 8 排移动 CT 组的空间分辨率分别为 9 和 7 LP/cm,辐射剂量分别为 40.43 和 82.52 mGy,单次头部扫描功耗分别为 0.29 和 0.47 kW·h,2 组检测数据比较,差异均具有统计学意义^[14,15]。截止 2018 年 8 月已经完成头部检查 1469 例(1604 例次),其中在急诊抢救室 1043 例,ICU 21 例,手术室 16 例,救护车扫描 389 例。临床应用结果显示:1469 例次头部扫描总的诊断阳性率为 81.21%。

16 排移动 CT 与 CereTom 8 排移动 CT 相比较,有如下技术创新和优势^[2,14,15]:(1)整机体积和质量小,推送移动时更轻便;(2)16 排移动 CT 的辐射剂量显著低于 8 排移动 CT,临床应用的辐射危害性低;(3)16 排移动 CT 的分辨率高于 8 排移动 CT,成像质量优良;(4)16 排移动 CT 设计了直线精密机械导轨和减振器,其龙门架部分在直线导轨上轴向滑动扫描,与地面不直接接触,有效地消除了振动干扰,提高了车载运行的安全性、稳定性和成像质量。

综上所述,与大型常规 CT 相比较,移动 CT 的体积和质量小,可以在急诊室、ICU、手术室为颅脑创伤、脑出血、脑梗死等重症患者进行床旁扫描检查,及时提供精准诊断依据,挽救患者生命,也可以利用救护车车载移动 CT,为颅脑急症患者在疾病发生的现场提供头部扫描检查,建立移动医疗救治新模式,提高救治时效性^[26-30]。移动 CT 性能稳定、成像质量符合临床神经影像学诊断标准。移动 CT 床旁头部检查技术专家共识的制定,对规范技术操作和扩大临床应用,具有重要指导意义。

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)、柯以铨(南方医科大学珠江医院,net_chn@hotmail.com)、李斗(北京急救中心,lidou86@126.com)、王海峰(吉林大学第一医院,wanghai1994@163.com)、徐如祥(解放军总医院第七医学中心,xuruxiang1123@163.com)、于炎冰(中日友好医院,yuyanbing@163.com)

共识专家(按姓氏拼音排序)

陈 高 陈立华 代秋声 戴宜武 党木仁 丁澍沛 段 炼
费 舟 冯 华 冯东侠 高 亮 高 飞 高国一 顾建文
郭洪波 郭 伟 何江弘 贺晓生 胡志强 吉训明 江荣才
荆亚新 阚志生 康 军 康德智 康全利 柯以铨 李 俊
李 斗 李广罡 李培建 李文斌 李新钢 李永宁 栗志利
林元相 林章雅 刘 科 刘佰运 刘春祥 刘家传 刘劲芳
刘卫平 刘献志 罗永春 潘伟生 庞 琦 钱东翔 钱锁开
屈 延 曲春城 田新华 王海峰 王汉东 王君宇 王尚武
王振方 魏俊吉 吴国华 吴生贵 肖 华 熊 晖 徐 涛
徐如祥 许民辉 杨志军 姚谦明 于 强 于炎冰 余 俐
郁毅刚 张 赛 张方成 张剑宁 张鹏远 张庆俊 张旺明
张越林 张志强 张志文 赵庆平 赵世光

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Lyerly 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. Revolution in acute ischaemic stroke care: a practical guide to mechanical thrombectomy[J]. Pract Neurol, 2017, 17(4): 252-265.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 张志强, 张强, 吴素芳, 等. 移动式床旁 CT-CereTom 在神经外科重症监护病房中的应用[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2013, 16 (11): 1790-1793.
- [9] 张志强, 张强, 吴素芳, 等. 移动式床旁 CT-CereTom 在手术室中的应用[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2013, 16(5): 763-765.
- [10] 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]. Neuricrit Care, 2012, 16(2): 251-257.
- [11] Carlson AP, Phelps J, Yonas H. Alterations in surgical plan based on intraoperative portable head computed tomography imaging[J]. J Neuroimaging, 2012, 22(4): 324-328.
- [12] 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, 2(2): 109-116.
- [13] 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]. Neurosurg, 2000, 93(3): 432-436.

- [14] 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.
- [15] 张志强, 郭俊英, 代秋声, 等. 救护车移动 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.
- [16] 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]. 中华放射学杂志, 2013, 47(10): 869-872.
- [17] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 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]. Stroke, 2018, 49 (3): e46-e110.
- [18] Carlson AP, Yonas H. Portable head computed tomography scanner--technology and applications: experience with 3421 scans [J]. J Neuroimaging, 2012, 22(4): 408-415.
- [19] Hay K. Portable head computed tomography for rural centres[J]. Can J Rural Med, 2010, 15(3): 125-126.
- [20] Fassbender K, Grotta JC, Walter S, et al. Mobile stroke units for prehospital thrombolysis, triage, and beyond: benefits and challenges[J]. Lancet Neurol, 2017, 16(3): 227-237.
- [21] Ebinger M, Winter B, Wendt M, et al. Effect of the use of ambulance-based thrombolysis on time to thrombolysis in acute ischemic stroke: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2014, 311 (16): 1622-1631.
- [22] 张志强, 张强, 李飞, 等. 移动 CT 在神经外科疾病中的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2018, 34(10): 1037-1040
- [23] 王金标, 张永明, 武孝刚, 等. 应用移动 CT 对重型颅脑损伤患者的预后影响[J]. 中国实用神经病杂志, 2017, 20(20): 54-58.
- [24] 张志强, 张强, 徐如祥. 移动式床边 CT 在导航引导下微创治疗幕上高血压脑出血中的应用价值探讨[J]. 中华神经医学杂志, 2014, 13(8): 836-838.
- [25] Abdullah AC, Adnan JS, Rahman NA, et al. Limited evaluation of image quality produced by a portable head CT scanner (CereTom) in a neurosurgery centre[J]. Malays J Med Sci, 2017, 24(1): 104-112.
- [26] Kavalci C, Aksel G, Salt O, et al. Comparison of the Canadian CT head rule and the new orleans criteria in patients with minor head injury[J]. World J Emerg Surg, 2014, 9: 31.
- [27] Weinreb DB, Stahl JE. Portable CT imaging of acute stroke patients in the emergency department[J]. Radiol Manage, 2009, 31(2): 41-45.
- [28] Stevens GC, Rowles NP, Foy RT, et al. The use of mobile computed tomography in intensive care: regulatory compliance and radiation protection[J]. J Radiol Prot, 2009, 29(4): 483-490.
- [29] Tarnow-Mordi WO, Hau C, Warden A, et al. Hospital mortality in relation to staff workload: a 4-year study in an adult intensive-care unit[J]. Lancet, 2000, 356(9225): 185-189.
- [30] John S, Stock S, Cerejo R, et al. Brain imaging using mobile CT: current status and future prospects[J]. J Neuroimaging, 2016, 26 (1): 5-15.

(收稿日期:2018-12-19)

(本文编辑:闫晋利)

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. 移动 CT 床旁头部检查技术专家共识 2019[J/CD]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2019, 5(2): 068-072.