

驰影 A30 磁共振诊疗车快速诊断流程优化在 颅脑战创伤中的应用效果

艾国平 苏晓娟 马廉亭

【摘要】目的 探讨驰影 A30 磁共振诊疗车优化流程预案在颅脑战创伤中的应用效果。**方法** 对驰影 A30 磁共振诊疗车展开流程与实战化应用流程进行优化,在野战环境下进行应用。**结果** 2020 年 3 月至 2022 年 3 月,共进行 21 次演练,对 113 人次模拟颅脑战创伤伤员进行核磁检查。核磁诊断车磁体设备达到恒定温度状态下,平均 9.5 min 即可完成展开进行头颅核磁检查,相关业务与流程越熟悉,则耗时越少。常规颅脑 4 个平面类型脉冲序列的检查时间平均 17.6 min,伤员实际通过率约 3 人/h。只完成定位像和轴位 T₂ FLAIR 序列的检查时间平均 6.4 min,批量颅脑战创伤伤员通过率提升至 7 人/h,相对常规颅脑核磁检查平均时间约缩短 63.64%,通过率约增加 1.33 倍。**结论** 驰影 A30 磁共振诊疗车适用于野战医疗环境下颅脑战创伤伤员的伤情诊断并指导治疗,优化展开、检查流程,可进一步提高诊断效率。

【关键词】 颅脑战创伤;驰影 A30 磁共振诊疗车;野战环境;诊断

【文章编号】 1009-153X(2022)08-0643-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 651.1^{†5}

Outcomes of optimizing the rapid diagnosis process of Chiying A30 MRI diagnostic vehicle for traumatic brain injury in the military

AI Guo-ping¹, SU Xiao-juan², MA Lian-ting². 1. Department of Diagnostic Radiology, General Hospital of Central Theater Command, PLA, Wuhan 430070, China; 2. Department of Neurosurgery, General Hospital of Central Theater Command, PLA, Wuhan 430070, China

【Abstract】 Objective To explore the outcomes of optimizing the rapid diagnosis process of Chiying A30 MRI diagnostic vehicle for the traumatic brain injury in the military. **Methods** The deployment process and actual application process of Chiying A30 MRI diagnostic vehicle were optimized and applied in the battlefield environment. **Results** A total of 21 simulated trainings was conducted and 113 patients with simulated traumatic brain injury in the military received MRI examination using Chiying A30 MRI diagnostic vehicle from March 2020 to March 2022. When the MRI diagnostic vehicle reached a constant temperature, the mean time was 9.5 min for the vehicle to perform a head MRI examination. The average time was 17.6 min for the examination of four sequences, and the actual passing rate of the wounded was about 3 persons per hour. The average time was 6.4 min for the examination of only localization images and axial T₂ FLAIR sequences, and the passing rate of the batch of traumatic patients increased to 7 persons per hour, which shortened the average time of conventional cranial MRI by about 63.64%, and increased the passing rate by about 1.33 times. **Conclusions** Chiying A30 MRI diagnostic vehicle is suitable for diagnosing and guiding the treatment of patients with traumatic brain injury in the battlefield environment. The optimization of the deployment and detection processes can further improve the diagnosis efficiency.

【Key words】 Traumatic brain injury; Chiying A30 MRI diagnostic vehicle; Battlefield environment; Diagnosis

颅脑战创伤是现代战争最常见的死亡原因^[1-3]。野战条件下,诊断设备短缺是颅脑战创伤病死率、致残率居高不下的主要原因之一^[4]。早期、及时、准确的影像检查诊断对后续治疗和伤员最终预后有十分

重要的意义。驰影 A30 核磁诊断车就是适应现代战争救治伤员需要而配备给野战医疗所的新型设备。我们对野战训演练制订的颅脑战创伤伤员检查流程预案进行优化,取得一定的效果,现总结如下。

1 驰影 A30 核磁诊断车的简介

该车为中国包头市稀宝博为医疗系统有限公司研发生产,采用梅赛德斯-奔驰 Actros2636E5 二类底盘,厢式车结构,箱体前部为操作间,中部为检查间,后部为设备间,整车外形尺寸为 9 970 mm×2 550 mm×3 870 mm(长×宽×高),整车重量 26 吨。车载磁

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2022.08.006

基金项目:中部战区总医院 2021 年卫生战备专项(ZZ2021ZB18-Z)
作者单位:430070 武汉,中国人民解放军中部战区总医院放射诊断科(艾国平);430070 武汉,中国人民解放军中部战区总医院神经外科/中国人民解放军神经外科研究所/国家级重点学科神经外科(苏晓娟、马廉亭)

通讯作者:苏晓娟,E-mail:346049282@qq.com

共振成像系统为永磁双柱开放式,磁体场强(0.3±0.015)T,配备有头、颈、体、肩、膝梯度线圈以及一台富士PIX350热敏成像胶片打印机,可以完成各平面类型自旋回波(SE)、快速自旋回波(FSE)、液体衰减反转恢复(FLAIR)、快速液体衰减反转(FAST FLAIR)、短时间反转恢复(STIR)、梯度回波脉冲(GRE)等常规磁共振脉冲序列检查。车载磁共振系统要求电压制式为三相(380 V)五线制、电压误差±5%,车厢后部设置有外接交流电源接口,供驻车时外电(市电)输入,车厢底部装备有一台30 KW的发电机,与车辆发动机共用油箱,在驻车或行车时都可采用发电机组实时为整车设备供电,可确保伤病员核磁检查的时效性与连续人次/h。整车结构车及车厢内核磁设备。

2 制订规范化预案、操作使用方法

2.1 制定预案 在野战医疗所环境下,对驰影A30核磁诊断车的快速展开优化流程预案进行演练(图1)。展开时间从车辆进入预定区域驻停开始计时,准备好接收伤员进行磁共振检查时停止计时,记录每次展开时间。

2.2 检查流程 检查时间从伤员进入磁共振检查间开始计时(图2),依次记录轴位T₂ FLAIR序列、轴位T₁ FAST FLAIR序列、FSE轴位T₂WI序列、SE矢状位T₁WI序列的完成时间,成像参数(表1),分析比较完成轴位T₂液体衰减反转恢复(FLAIR)序列、常规颅

脑4个平面类型脉冲序列,对批量颅脑战创伤伤员通过率连续人次/h的影响。

3 结果

2020年3月至2022年3月,共进行21次演练,对113人次模拟颅脑战创伤伤员进行核磁检查。核磁诊断车展开时间8.3~10.4 min,平均9.5 min;相关业务与流程越熟悉,则耗时越少。常规颅脑4个平面类型脉冲序列的检查时间16.9~19.2 min,平均17.6 min;伤员实际通过率约3人/h。只完成定位像和轴位T₂ FLAIR序列的检查时间6.1 min~7.8 min,平均6.4 min;使批量颅脑战创伤伤员通过率提升至7人/h,相对常规颅脑核磁检查平均时间约缩短63.64%,通过率约增加1.33倍。头型大小导致的扫描层数增减为影响扫描时间的主要因素,检查时间因伤员的摆床、定位等人工步骤,往往比扫描总时间多1 min左右。颅脑核磁检查成像参数及各序列扫描时间见表1。

4 讨论

4.1 核磁诊断车野战条件下的适用性与优劣势 驰影A30核磁诊断车可以在野战环境下检测颅内出血、急性脑积水、脑疝、骨折或其他需要神经外科干预的急性颅内伤情,在颅脑创伤后早期的脑实质挫裂伤、弥漫性轴索损伤、脑水肿和颅内压增高相关的继发性缺血变化等方面优于其它影像检查。MRI检查主要缺点是检查时间较长^[5-7],缩短检查时间对检查成功率和救治成功率都有重要的影响,尤其对于重型颅脑战创伤伤员;其次,MRI检查还具有磁性异

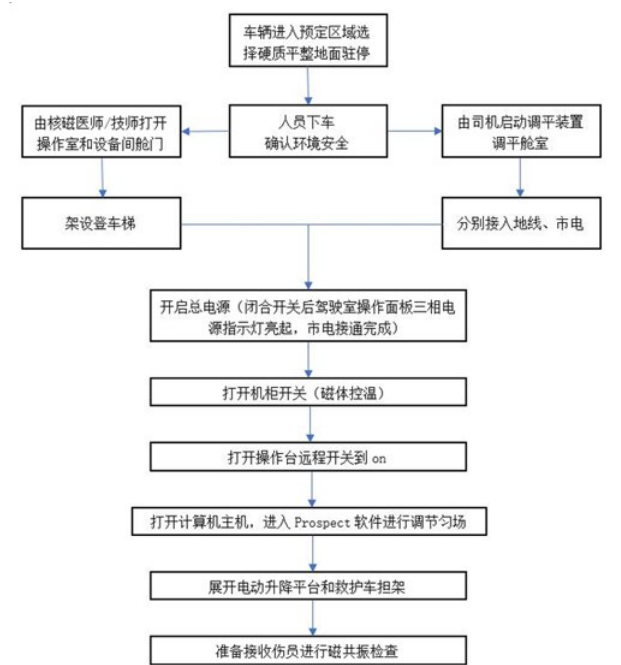


图1 驰影A30磁共振诊疗车快速展开优化流程预案

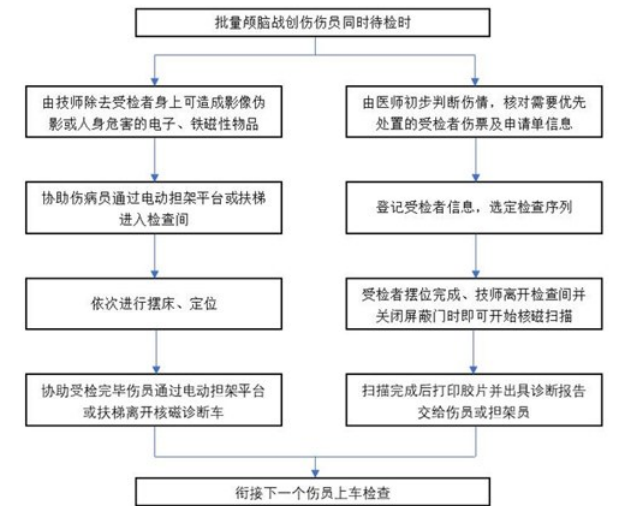


图2 批量颅脑战创伤伤员应用驰影A30磁共振诊疗车检查优化流程预案

表 1 驰影 A30 磁共振诊疗车常规颅脑核磁检查参数及扫描时间

线圈类型	平面类型	成像参数				扫描时间	扫描总时间
		脉冲序列	层厚度(mm)	层间距(mm)	总层数		
PA 4CH	定位像	SPGR2D	10	5	15	0'23"	16'26"
	Axi T ₂ WI	FLAIR	7	2	15	5'14"	
	Axi T ₁ WI	FASTFLATR	7	2	15	3'41"	
	Axi T ₂ WI	FSE	7	2	15	3'22"	
	Sag T ₁ WI	SE	6	2	16	3'46"	

物的禁忌。随着现代战争致伤因素和战伤类型的变化,核磁诊断车在未来战场条件下应用需求会显得更为广泛和迫切。

4.2 注意事项

4.2.1 需要注意磁体控温 驰影 A30 核磁诊断车 9.5 min 即可完成展开进行头颅核磁检查,但前提是磁体温度控制到 31.8 ℃ 以内。这需要提前接入市电或利用车载发电机在机动过程中不间断供电控温才能达到要求,磁体控温速率约 1 ℃/h,与要求恒定温度差距越大,则控温耗时越长。环境温度如高寒零下 40 ℃,约需要 72 h。而一旦磁体温度达到 31.8 ℃,则可以在不供电的状态下维持约 6 h 恒温状态,不会或很少影响快速展开核磁检查的时间。

4.2.2 需要注意脉冲序列的选择 核磁诊断车在野战环境中面对爆炸冲击波等大范围致伤武器所致大批量颅脑战创伤伤员时,或面对不能耐受长时间检查的颅脑战创伤病员时,只做横断面 T₂ FLAIR 序列,放弃常规 T₁WI、T₂WI 序列,将检查时间压缩至 6~8 min,可以明显增加伤员通过率。研究表明,T₂ FLAIR 序列与 T₁WI+T₂WI 序列比较,在诊断脑实质出血、脑室出血、硬膜外出血的精确度方面无显著差异,在急性蛛网膜下腔出血的检出率上明显高于后者和 CT 检查,可以满足快速分类后送或紧急手术处置的诊断要求^[8-10]。

4.2.3 重视伤员与伤病情变化 颅脑战创伤核磁检查序列并非固定某特定模式,要视伤情变化或诊断需求调整。颅脑战创伤可能会合并脓肿,也可能伴有肿瘤性病变或其它不可忽视颅脑病变,诊断需要时也可以增加不同平面类型的脉冲序列,同时应更加注意观察意识不清或昏迷的伤员,如有异常应采取正确的处理措施。

4.3 野战环境下诊疗体会与建议 CT 与 MRI 都是用于伤病的影像检查手段,对精准判断伤情与指导精准治疗有极其重要价值。CT,尤其是移动式 CT,结构相对简单、轻便,对环境要求条件不苛刻,操作

方便,检查速度快,对颅骨骨折、颅内血肿、弹片、粹骨片及异物判断,均十分清楚,可完全满足颅脑战创伤诊断的需求,尤其是大批伤员到来时,首选 CT 检查,不适为快速救治大批伤员的良策。但目前野战配置的 CT 或 MRI 均对颅脑或其它部位血管战创伤,尤其是颅颈部、邻近躯干无法应用血管外止血带的大血管损伤,既不能做血管造影诊断,又不能做介入治疗进行血管内止血救命。我们建议在一线野战医疗所,首选配置 CT,可同时配置 MRI,二者如能带有 CTA 或 MRA 功能,则更有利于血管战创伤的救治,将介入技术前移至一线野战医疗机构,进一步提升野战医疗所救治保障能力。

4.4 驰影 A30 核磁诊断车的设计缺陷与改进建议在野战医疗环境下,驰影 A30 核磁诊断车主要存在以下两点不适用性设计和缺陷:第一,需要通过互联网上传影像数据到远程诊疗系统进行阅片诊断,而野战环境通常处于无信号覆盖区域或禁止接入互联网,只能占用操作控制台电脑屏幕或胶片阅片诊断,影响伤员通过率,建议安装独立的报告和影像系统以适用于无互联网环境;第二,车厢顶部排水不畅,雨天会出现积水渗漏情况,建议完善车厢防水,避免核磁设备因渗水损坏。

总之,驰影 A30 核磁诊断车快速展开优化流程预案、批量颅脑战创伤伤员核磁检查优化流程预案适用于野战医疗环境下颅脑战创伤伤员的伤情诊断并指导治疗,可明显缩短检查时间、增加伤员通过率,在未来遂行多样化军事卫勤保障任务中可发挥重要的作用。

【参考文献】

[1] Eskridge SL, Macera CA, Galarneau MR, *et al.* Injuries from combat explosions in Iraq: injury type, location, and severity [J]. Injury, 2012, 43(10): 1678-1682.

(下转第 649 页)

果较差。

3.5 影像三维建模技术展望 随着医院 PACS 系统的普及^[10], 获取影像原始数据已不再是难事, 基于 3D Slicer 的影像建模可以进一步拓展到整个神经外科领域, 同时实现解剖模型的 3D 打印^[11]。目前, 国家将医疗 3D 打印纳入重点发展技术, 三维影像建模是打印的基础。相信未来三维影像、多模态融合技术等会成为神经外科中的一个亮点, 希望能有更多的同道加入到三维影像建模队伍中, 一起努力, 为我国神经外科事业的发展做出贡献。

综上所述, 3D Slicer 三维影像重建制作的颅内动脉瘤三维立体模型, 可获得更多的立体解剖信息, 加深对病变局部解剖的认识, 指导制定手术计划, 减少术中动脉瘤破裂的风险, 提高手术效果。

【参考文献】

[1] Hoogmoed J, de Oliveira Manoel AL, Coert BA, *et al.* Why do patients with poor-grade subarachnoid hemorrhage die [J]. *World Neurosurg*, 2019, 131(6): e508-e513.

[2] Yokoya S, Hino A, Goto Y, *et al.* Pros and cons of tentative clipping in intracranial aneurysm surgery: review of 867 direct clippings in single institution [J]. *World Neurosurg*, 2018, 118(10): e185-e187.

[3] Gupta A, Tripathi M, Umredkar AA, *et al.* Impact of post-operative infarcts in determining outcome after clipping of anterior communicating artery aneurysms [J]. *Neurol India*,

2020, 68(1): 132-140.

[4] Iredale E, Voigt B, Rankin A, *et al.* Planning system for the optimization of electric field delivery using implanted electrodes for brain tumor control [J]. *Med Phys*, 2022, 27(7): 345-352.

[5] 张 力, 王汉东, 潘云曦, 等. 大脑中动脉动脉瘤的显微手术夹闭治疗[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2019, 24(1): 1-4.

[6] 茅 磊, 赵 鑫, 杭春华, 等. 微血管多普勒超声在颅内动脉瘤手术中的应用[J]. *中国脑血管病杂志*, 2016, 13(9): 460-464.

[7] 谢国强, 郝五记, 周 琳, 等. 基于 3DSlicer 软件的侧脑室额角穿刺参数研究分析[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2018, 23(9): 405-408.

[8] Chen JG, Han KW, Zhang DF, *et al.* Presurgical planning for supratentorial lesions with free slicer software and sina app [J]. *World Neurosurg*, 2017, 106(8): 193-197.

[9] 杨 学, 周赤忠, 张雪梅, 等. 颅内动脉瘤 3D 打印模型构建及临床研究[J]. *中国医学装备*, 2020, 17(3): 92-95.

[10] Eichelberg M, Kleber K, Kämmerer M. Cybersecurity in PACS and medical imaging: an overview [J]. *J Digit Imaging*, 2020, 33(6): 1527-1542.

[11] 赵元立, 王 亮, 赵雅慧, 等. 3D 打印技术在神经外科应用及发展前景[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2020, 25(3): 97-100.

(2022-06-25 收稿, 2022-07-15 修回)

(上接第 645 页)

[2] Helmick KM, Spells CA, Malik SZ, *et al.* Traumatic brain injury in the US military: epidemiology and key clinical and research programs [J]. *Brain Imaging Behav*, 2015, 9(3): 358.

[3] 宗兆文, 杨 磊. 美军在“自由伊拉克行动”和“持久自由行动”中颅脑战伤救治的经验及对我军颅脑战伤救治的启发[J]. *第三军医大学学报*, 2018, 40(2): 91-96.

[4] 金 海, 梁国标, 陶英群, 等. 野战医疗条件下颅脑战创伤的诊断现状与发展[J]. *西北国防医学杂志*, 2020, 41(9): 529-533.

[5] 苏 琛, 孙景工, 孟洪卫, 等. 野外核磁诊断车的研制[J]. *医疗卫生装备*, 2021, 42(6): 7-11, 39.

[6] 李忠红, 胡大可. 国内外车载医学影像装备的发展现状

[J]. *中国医学物理学杂志*, 2005, 22(2): 453-455.

[7] 刘志超, 杨 炯, 王晓枫, 等. 移动式磁共振成像设备研制现状[J]. *中华灾害救援医学*, 2014, 2(4): 223-226.

[8] 金红花, 杨 卫, 程若勤. 磁共振 T2 FLAIR 与 DWI 序列在少量自发性蛛网膜下腔出血中的诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2017, 27(3): 416-418, 421.

[9] 杨 旭, 李 鹏, 张 鑫, 等. MR FLAIR 序列、DWI 序列及 CT 检查对急性蛛网膜下腔出血的诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2020, 30(5): 729-732.

[10] 李 亮. 16 排螺旋 CT 在自发性蛛网膜下腔出血患者动脉瘤诊断的价值[J]. *中国药物与临床*, 2019, 19(11): 1816-1817.

(2022-05-20 收稿, 2022-06-28 修回)