

短 篇

急性颅高压缺血缺氧性脑损伤致脑死亡CTA二例并文献复习

杜金鹏 徐霞* 吴山

山西白求恩医院影像中心(山西太原 030032)

【摘要】急性颅高压缺血缺氧性脑损伤属急性神经重症,需准确地对脑损伤程度进行判定和及时救治,易进展为脑死亡,CTA是临床中评估脑血管形态和脑血流变化的重要依据。本文报告2例应用CTA成像技术显示颅内供血情况改变的急性颅高压缺血缺氧性脑损伤且满足临床脑死亡评估标准的患者临床资料,并分别在中国知网和PubMed上以“急性颅高压”“急性脑损伤”“缺血缺氧性脑损伤”“脑死亡”“CTA”和“Acute intracranial hypertension”“Acute brain injury”“Hypoxic-ischemic brain injury”“Brain death”“CTA”为关键词进行文献检索和讨论,以期该类患者病情的临床诊断和治疗提供参考。

【关键词】急性颅高压;缺血缺氧性脑损伤;CTA;脑死亡

【中图分类号】R651.1+5

【文献标识码】D

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.059

Two Cases of CTA for Brain Death Caused by Acute Intracranial Hypertension with Hypoxic-ischemic Brain Injury and Literature Review

DU Jin-peng, XU Xia*, WU Shan.

Imaging Center of Shanxi Bethune Hospital, Taiyuan 030032, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Acute intracranial hypertension with hypoxic-ischemia brain injury is a severe neurological disease. It is necessary to accurately determine the degree of brain injury and treat it in time, and it is easy to progress to brain death. CTA is an important basis to evaluating the changes of cerebrovascular morphology and cerebral blood flow in clinical practice. This paper reports the clinical data of two patients with acute intracranial hypertension and hypoxic-ischemic brain injury with changes in intracranial blood supply using CTA imaging technology, and met the clinical evaluation criteria for brain death. Literature searches and discussions were conducted on CNKI and PubMed with the keywords of "acute intracranial hypertension", "acute brain injury", "hypoxic-ischemic brain injury", and "CTA", in order to provide reference for the clinical diagnosis and treatment of this kind of patients.

Keywords: Acute Intracranial Hypertension; Hypoxic-ischemic Brain Injury; CTA; Brain Death

脑损伤包括创伤性脑损伤(trumatic brain injury, TBI)和非创伤性脑损伤(non-TBI, NTBI)。创伤性脑损伤是由脑外伤直接造成硬膜外或硬膜下血肿、皮质挫伤等,而非创伤性脑损伤依据病因不同可分为多种类型,其中由颅内动脉瘤、血管畸形、脑出血等造成的血管性脑损伤较为常见,二者均可继发引起脑水肿、颅内压升高、脑组织缺血缺氧等表现^[1-3],从而导致脑实质软化坏死,此类患者病情危重且发展迅速,易进展为脑死亡^[4-5],故及时准确地对脑损伤程度进行判定显得尤为重要。对于急性颅高压缺血缺氧性脑损伤的治疗方案主要是通过多种手段将颅内压和脑灌注压维持在正常范围内,计算机断层扫描血管造影(computed tomography angiography, CTA)技术能够及时对颅内血管和脑血流的生理变化和进展情况做有效评估和识别^[6],而目前国内对于CTA在该研究方向上应用价值的报道则较少。本文报告2例进行CTA成像的急性颅高压缺血缺氧性脑损伤致脑死亡患者的病历资料,分别为1例急性创伤性脑损伤和1例急性非创伤性血管性脑损伤,并对既往相关文献进行复习,以供临床参考借鉴。

1 病例资料

患者1男,34岁。因“无明显诱因突发头痛,伴恶心、呕吐,加重致出现意识障碍8h余”于2021年9月2日就诊于山西白求恩医院急诊外科。既往有高血压、糖尿病病史10余年,平素口服药物治疗,无冠心病病史。体格检查:T 36.7℃,P 54次/分,R 14次/分,Bp 153/69mmHg,SpO₂ 98%。神志清楚,查体合作,双侧瞳孔等大等圆,直径约3mm,对光反射灵敏。双肺呼吸音弱,肠鸣音存在。左侧肢体肌力4-,肌张力减低,右侧肢体肌力、肌张力正常。约1h后出现心跳呼吸骤停,神志深昏迷,言语不能,呼之无应答,查体不能配合,痛刺激不睁眼,双侧瞳孔直径约6mm,对光反射消失。双肺呼吸音消失,肠鸣音消失。痛刺激四肢不动。立即予以抢救,经心肺复苏后,心率、血压恢复,但尚不稳定,患者无自主呼吸,需呼吸机辅助呼吸。

患者2男,34岁。因“屋顶扫雪时不慎跌落,头枕部着地,伴恶心、呕吐,加重致出现意识障碍5h余”于2022年1月24日就诊于山西白求恩医院急诊外科。既往无高血压、糖尿病、冠心病病史。体格检查:T 36.6℃,P 70次/分,R 24次/分,Bp 150/82mmHg,SpO₂ 92%。神志深昏迷,言语不能,呼之无应答,查体不能配合,痛刺激不睁眼,双侧瞳孔等大等圆,直径约5mm,对光反射消失。患者无自主呼吸,需呼吸机辅助呼吸,肠鸣音存在。

2 影像学检查

采用PHILIPS Incisive 64层MSCT对患者进行头颅平扫及CTA检查,120KV,250mAs,螺距1.0,重建层厚0.8mm,重建间隔0.4mm,造影剂注射速率4.5ml/s,将采集的原始数据传送到ISP工作站进行MIP、VR等后处理重建。

患者1的头颅CT平扫图像显示双侧大脑半球对称,脑灰白质分界不清,密度降低,左侧顶叶可见血肿,脑沟裂池内血性密度影,蛛网膜下腔出血,脑沟、脑室受压体积减小,幕下小脑及脑干未见异常,中线略右偏,颅骨完整,考虑为非创伤性的急性颅压升高致缺血缺氧性脑损伤的影像学改变(图1A)。CTA检查的VR图像显示仅有双侧颈内动脉

【第一作者】杜金鹏,男,主管技师,主要研究方向:CT成像技术。E-mail: hidjp0112@163.com

【通讯作者】徐霞,女,副主任技师,主要研究方向:CT成像技术。E-mail: xuxiaxia@163.com

颈段(C1)、岩段(C2)、破裂段(C3)和海绵窦段(C4)显影, C5段以远及大脑前动脉、大脑中动脉等主要分支均未见显影, 双侧椎动脉及基底动脉未见显影(图1B), MIP图像显示同样情况的颅内血供(图1C), 而双侧颈外动脉上行的主要分支颞浅动脉等血管走行自然, 管腔未见狭窄(图1D)。

患者2的头颅CT平扫图像显示双侧大脑半球对称, 脑灰白质分界欠清, 密度降低, 右侧额顶颞部颅板下方可见弧形高密度影, 硬膜下血肿, 脑沟裂池内血性密度影, 蛛网膜下腔出血, 右侧侧脑室受压变形移位, 大脑镰及小脑幕硬膜下血肿, 幕下小脑及脑干未见异常, 中线左移, 右侧顶颞骨骨质连续性中断, 可见

透亮骨折线, 右侧顶颞部头皮血肿, 考虑为创伤性的急性颅压升高致缺血缺氧性脑损伤的影像学改变(图2A、图2B)。CTA检查的VR图像显示仅有双侧颈内动脉颈段(C1)、岩段(C2)、破裂段(C3)和海绵窦段(C4)显影, C5段以远及大脑前动脉、大脑中动脉等主要分支均未见显影, 而双侧颈外动脉上行的主要分支颞浅动脉等血管走行自然, 管腔未见狭窄(图2C), 双侧椎动脉入颅后汇合为基底动脉, 基底动脉发出双侧小脑前下动脉、双侧小脑上动脉, 双侧大脑后动脉未见明确显影(图2D), MIP图像显示同样情况的颅内血供(图2E)。

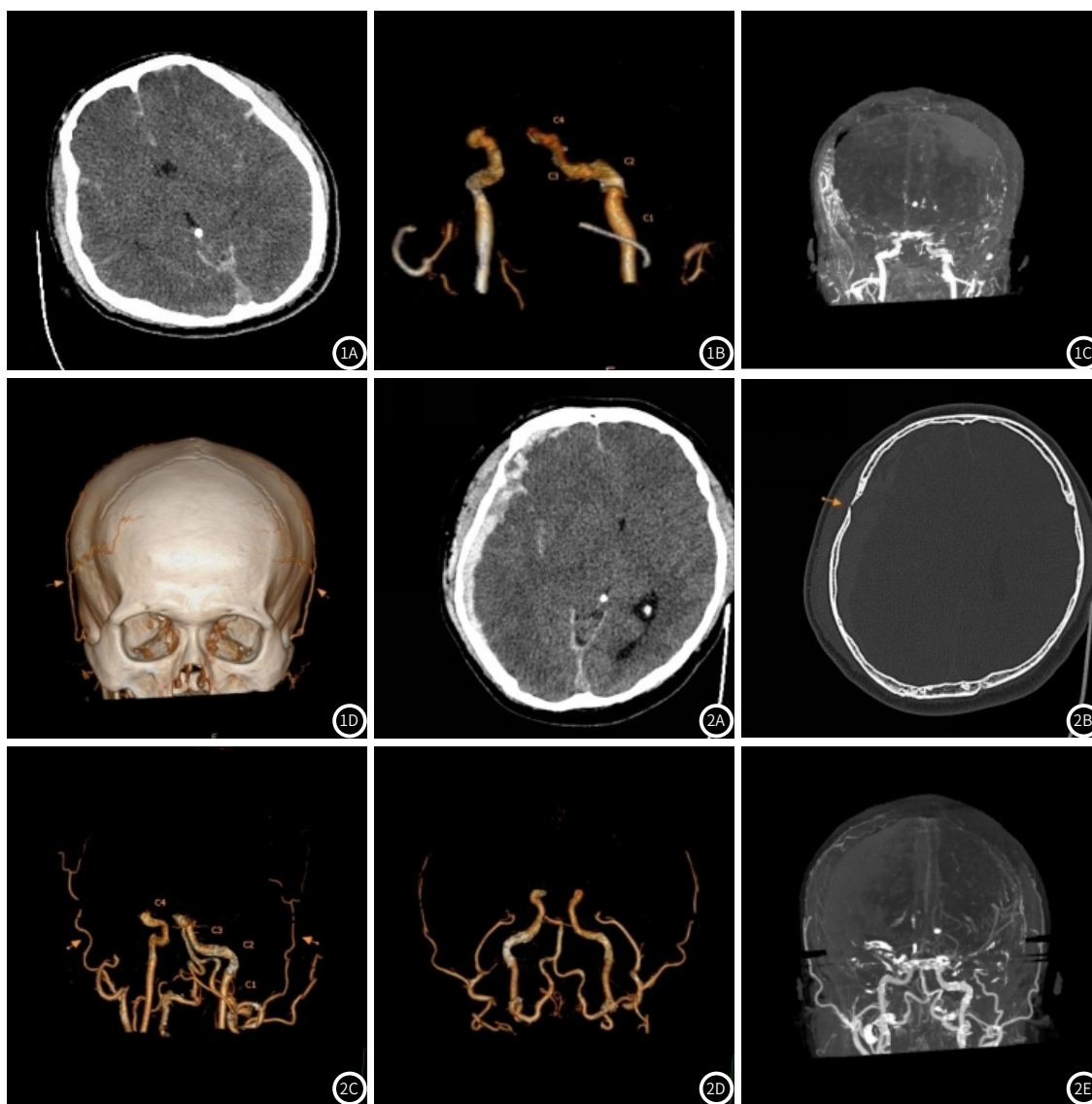


图1A-图1D 患者1; 图1A 患者1头颅CT平扫图像; 图1B 患者1颈内动脉CTA的VR图像; 图1C 患者1颈内动脉CTA的MIP图像; 图1D 患者1颞浅动脉CTA的VR图像

图2A-图2E 患者2; 图2A 患者2头颅CT平扫图像; 图2B 患者2头颅CT骨窗平扫图像; 图2C 患者2双侧颈内动脉和颞浅动脉CTA的VR图像; 图2D 患者2双侧椎动脉及基底动脉CTA的VR图像; 图2E 患者2颅内动脉CTA的MIP图像

3 讨论

急性脑损伤病情进展迅速, 由于脑水肿和占位效应等会引起颅内压升高, 致脑内血管受压继发脑灌注量减少^[7]。Pasco等^[8]利用磁共振成像对创伤性脑损伤的模型实验进行研究, 结果显示损伤区域在1~5小时内可测得脑血流量减少70~80%, 非损伤的对侧区域也可观察到短暂的低灌注。同时由于血脑屏障破坏、凝血级联反应、神经炎症、氧化损伤和细胞死亡等病理生理机制^[9-10], 也使脑组织出现缺血缺氧性改变。故急性颅高压缺血缺氧性脑损伤和病情进展至脑死亡情况下的CTA检查结果往往存在影像学上的特征性表现。

目前国内对于急性颅高压缺血缺氧性脑损伤致脑死亡的

CTA研究相对较少, 在中国知网用“急性颅高压”“急性脑损伤”“缺血缺氧性脑损伤”“脑死亡”“CTA”等作为关键词对2012~2022年内公开发表的文献进行检索, 仅查询到1篇探讨脑死亡患者CTA影像学表现的中文报道。用“Acute intracranial hypertension”“Acute brain injury”“Hypoxic-ischemic brain injury”“CTA”为关键词在PubMed上对2012~2022年内公开发表的文献进行检索, 未查询到关于急性颅高压缺血缺氧性脑损伤CTA影像学表现的相关英文报道, 而应用“Brain death”“CTA”作为关键词检索, 共检索出29篇探讨内容涉及

脑死亡情况下CTA影像学改变的英文文献。脑死亡是指包括小脑和脑干在内的整个大脑活动的完全且不可逆的停止^[11]，临床工作中对此准确且客观的判断至关重要，同时在器官移植等方面也具有深远意义^[12]。本文中两例患者因外伤和非外伤性因素诱发颅内血肿致颅压升高引起缺血缺氧性脑损伤，并且均已同时表现出深度昏迷、脑干反射消失、无自主呼吸，符合临床中广义上脑死亡的诊断标准^[13]，但根据我国最新脑死亡判定指南的专家建议，行脑死亡判定前，在昏迷至判定之间需留出足够的观察时间，心肺复苏后缺血缺氧性脑损伤至少观察24h^[14]，而患者1在心肺复苏后约3h患者家属决定放弃治疗并办理转院，患者2入院行颅内血肿清除和去骨瓣减压术后约7h办理转院。因此严格意义上本文中两例患者尚不能最终判定为脑死亡，故笔者将此2例仅从临床表现角度定义为急性颅高压缺血缺氧性脑损伤致脑死亡，也试图通过此报道的CTA表现对脑死亡的判定提供影像学参考。

CTA检查能够对包括远端颅内动脉在内的所有颅内血管以及大脑浅静脉和深静脉系统的血流情况进行评估。脑循环缺乏是确认脑死亡诊断的必要条件，与常规脑血管造影相同，当颅内的前、后循环动脉完全未显影，而颈外动脉显影正常时，则提示脑死亡阳性结果^[13,15]。过往研究者根据CTA影像进行脑死亡诊断时提出了多种评分机制，包括10分评分系统(CTA-10)、7分评分系统(CTA-7)、4分评分系统(CTA-F)和修订4分评分系统(CTA-MF)等^[16-18]。Brasil等^[19]应用4分评分系统对meta结果汇总，371例临床诊断脑死亡患者中322例显示颅内血管完全未显影，40例患者显示存在至少1处的大脑中动脉显影，9例患者显示存在至少1处的脑内静脉显影。本文中患者1和2的头颅CT平扫图像均显示出较为典型的颅内高压脑组织缺血缺氧的影像学改变，二者的CTA检查VR图像也同样显示患者双侧颈内动脉仅至海绵窦段(C4)显影，C5段以远的主要分支均未见显影，差别在于患者1的双侧椎动脉及基底动脉未见显影，而患者2的双侧椎动脉及汇合后形成的基底动脉可见显影。杨鸿等^[20]针对8例临床诊断急性颅高压脑死亡患者的CTA影像进行探讨，结果显示CT平扫均表现为大脑半球、小脑半球、脑干广泛密度减低，脑沟、脑池明显变窄或消失，而CTA均表现为颈内动脉起始段显影逐渐变淡直至岩段以上及分支不显影，寰椎以上椎动脉不显影，而颈外动脉因不受颅内压增高影响显影未见异常，此与本例患者1的影像表现基本一致。而在Sadeghian等^[21]进行的研究中，共纳入9例临床诊断为脑死亡并经脑电图证实的患者，其中3例头颅CTA显示颈内动脉颈段以远的主要分支包括大脑前动脉、大脑中动脉，和椎动脉及基底动脉均未显影，另外6例颈内动脉显影至岩段后截至，同样地，9例患者颈外动脉的主要分支均正常显影，这表明造影剂的正确施用和该CTA研究的可靠性。

将CTA用作辅助检查来判定脑死亡的有效性和准确性已被相关研究证实^[22-23]。Garrett等^[24]将判定脑死亡时CTA的评价效能与常规脑血管造影术进行比较，得出CTA敏感性为75%、特异性为100%、阳性预测值为100%、阴性预测值为33%的结论并肯定了CTA的应用价值。但临床中还存在当颅内压降低时残余脑灌注使得CTA表现脑内血管显影的情况，如进行去骨瓣减压术、脑室引流术和多发性颅骨骨折的患者，此时则出现脑死亡临床评价和CTA评价不一致的假阴性结果^[25-26]。故Kerhuel等^[27]提出在临床诊断脑死亡后间隔12h进行CTA可提高检查效能而降低假阴性率。此外，本文中两例患者的影像学资料也存在局限性，因仅采集动脉期而缺乏静脉期数据，导致无法对患者脑内静脉血流情况进行评价。Sawicki等^[28]研究表明，在诊断脑死亡时，注射造影剂后延迟25秒扫描动脉期，再延迟15秒扫描静脉期的双期扫描方法能够提高CTA敏感性。

在判定脑死亡前不仅需要临床诊断，还要求使用相关的辅助检查来确定，包括脑电图、经颅多普勒和常规脑血管造影等。虽目前CTA作为评估急性颅高压缺血缺氧性脑损伤程度甚至脑死亡的依据还未形成广泛共识，但其具有检查快速简便，操作人员依赖性低等优势，故依然值得后续研究进行深入探索。

参考文献

- [1]Khellaf A,Khan DZ,Helmy A.Recent advances in traumatic brain injury[J]. Journal of Neurology, 2019, 266 (11): 2878-2889.
- [2]Stokum JA, Gerzanich V, Simard JM. Molecular pathophysiology of cerebral edema [J]. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism, 2016, 36 (3): 513-538.
- [3]Ladak AA, Enam SA, Ibrahim MT. A Review of the Molecular Mechanisms of Traumatic Brain Injury [J]. World Neurosurgery, 2019, 131 (2019): 126-132.
- [4]Firsching R. Coma after acute head injury [J]. Dtsch Arztebl Int, 2017, 114 (18): 313-320.
- [5]Rabinstein AA. Coma and Brain Death [J]. Continuum, 2018, 24 (6): 1708-1731.
- [6]Maegawa T, Sasahara A, Ohbuchi H, et al. Cerebral vasospasm and hypoperfusion after traumatic brain injury: Combined CT angiography and CT perfusion imaging study [J]. Surg Neurol Int, 2021, 12 (2021): 361.
- [7]Akdogan AI, Sahin H, Pekcevik Y, et al. Utility of brain parenchyma density measurement and computed tomography perfusion imaging in predicting brain death [J]. Pol J Radiol, 2020, 85 (2020): e636-e642.
- [8]Pasco A, Lemaire L, Franconi F, et al. Perfusion deficit and the dynamics of cerebral edemas in experimental traumatic brain injury using perfusion and diffusion-weighted magnetic resonance imaging [J]. J Neurotrauma, 2007, 24 (8): 1321-1330.
- [9]Wu J, He J, Tian X, et al. Activation of the Hedgehog Pathway Promotes Recovery of Neurological Function After Traumatic Brain Injury by Protecting the Neurovascular Unit [J]. Transl Stroke Res, 2020, 11 (4): 720-733.
- [10]Pundlik J, Perna R, Arenivas A, et al. Mild TBI in interdisciplinary neurorehabilitation: Treatment challenges and insights [J]. Neurorehabilitation, 2020, 46 (4): 1-15.
- [11]Srairi M, Meluchova Z, Paoletti M, et al. Diagnostic accuracy of a revised computed tomography angiography score for brain death confirmation, combining supra-tentorial arteries and infra-tentorial veins [J]. Eur J Radiol, 2020, 130 (8): 109132.
- [12]Souter MJ, Kirschen M. Brain death: optimizing support of the traumatic brain injury patient awaiting organ procurement [J]. Curr Opin Crit Care, 2020, 26 (2): 155-161.
- [13]Rizvi T, Batchala P, Mukherjee S. Brain Death: Diagnosis and Imaging Techniques [J]. Semin Ultrasound CT MR, 2018, 39 (5): 515-529.
- [14]国家卫生健康委员会脑损伤质控评价中心, 中华医学会神经病学分会神经重症协作组, 中国医师协会神经内科医师分会神经重症专业委员会, 等. 脑死亡判定标准与操作规范: 专家补充意见 (2021) [J]. 中华医学杂志, 2021, 101 (23): 1758-1765.
- [15]Karakuş K, Demirci S, Cengiz AY, et al. Confirming the brain death diagnosis using brain CT angiography: experience in Tokat State Hospital [J]. Int J Clin Exp Med, 2014, 7 (7): 1747-1751.
- [16]Zampakis P, Panagiotopoulos V, Kalogeropoulos C, et al. Computed tomography angiography scoring systems and the role of skull defects in the confirmation of brain death [J]. Sci Rep, 2021, 11 (1): 15081.
- [17]Ozpar R, Tonkay M, Girgin NK, et al. Reliability of CT angiography scoring systems used for brain death and the effect of cranial interventions on the results [J]. Clin Imaging, 2021, 79 (2021): 142-147.
- [18]Srairi M, Meluchova Z, Paoletti M, et al. Diagnostic accuracy of a revised computed tomography angiography score for brain death confirmation, combining supra-tentorial arteries and infra-tentorial veins [J]. Eur J Radiol, 2020, 130 (8): 109132.
- [19]Brasil S, Bor-Seng-Shu E, De-Lima-Oliveira M, et al. Role of computed tomography angiography and perfusion tomography in diagnosing brain death: A systematic review [J]. J Neuroradiol, 2016, 43 (2): 133-140.
- [20]杨鸿, 曹林德, 陈卫平, 等. 急性颅高压脑死亡的CTA影像探讨 [J]. 华夏医学, 2014, 27 (6): 115-117.
- [21]Sadeghian H, Raciis M, Dolati P, et al. Brain Computed Tomography Angiography as an Ancillary Test in the Confirmation of Brain Death [J]. Cureus, 2017, 9 (7): e1491.
- [22]Brasil S, Bor-Seng-Shu E, de-Lima-Oliveira M, et al. Computed tomography angiography accuracy in brain death diagnosis [J]. J Neurosurg, 2019, 133 (4): 1-9.
- [23]Nunes DM, Maia ACM Jr, Boni RC, et al. Impact of Skull Defects on the Role of CTA for Brain Death Confirmation [J]. Am J Neuroradiol, 2019, 40 (7): 1177-1183.
- [24]Garrett MP, Williamson RW, Bohl MA, et al. Computed tomography angiography as a confirmatory test for the diagnosis of brain death [J]. J Neurosurg, 2018, 128 (2): 639-644.
- [25]Frisardi F, Stefanini M, Natoli S, et al. Decompressive craniectomy may cause diagnostic challenges to assess brain death by computed tomography angiography [J]. Minerva Anestesiol, 2014, 80 (1): 113-118.
- [26]Tekeli AE, Demirkiran H, Arslan H. Evaluation of Computed Tomography Angiography as an Ancillary Test to Reduce Confusion After Clinical Diagnosis of Brain Death [J]. Transplant Proc, 2021, 53 (2): 596-601.
- [27]Kerhuel L, Srairi M, Georget G, et al. The optimal time between clinical brain death diagnosis and confirmation using CT angiography: a retrospective study [J]. Minerva Anestesiol, 2016, 82 (11): 1180-1188.
- [28]Sawicki M, Sołek-Pastuszka J, Jurczyk K, et al. Original Protocol Using Computed Tomographic Angiography for Diagnosis of Brain Death: A Better Alternative to Standard Two-Phase Technique [J]. Ann Transplant, 2015, 20 (2015): 449-460.

(收稿日期: 2022-10-25)

(校对编辑: 姚丽娜)