

- following gamma knife radiosurgery for intracranial meningiomas. *J Neurosurg*, 2000, 93 (Suppl 3): 57-61.
- [26] Spetzler RF, Dasgupta CP, Pappas CT. The combined supra- and infratentorial approach for lesions of the petrous and clival regions: experience with 46 cases. *J Neurosurg*, 1992, 76 (4): 588-599.
- [27] 陈怀宾, 张健, 衡雪源, 等. 电磁神经导航辅助下脑膜瘤微创切除术. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2014, 41 (3): 198-200.
- [28] Tomasello F, Gonti A, Cardali S, et al. Venous preservation-guided resection: a changing paradigm in parasagittal meningioma surgery. *Clinical article. J Neurosurg*, 2013, 119 (1): 74-81.
- [29] Zilani G, Pereira EA, Baig F, et al. Venoplasty and stenting of a jugular foramen meningioma. *Br J Neurosurg*, 2009, 23 (5): 557-560.
- [30] Wang Q, He J, Ma X. Preoperative Evaluation of Collateral Venous Anastomoses in Meningioma Involving Cerebral Venous Sinus by Susceptibility Weighted Imaging. *Medicine (Baltimore)*, 2014, 93 (27): 1-5.
- [31] Tang HL, Sun HP, Gong Y, et al. Preoperative surgical planning for intracranial meningioma resection by virtual reality. *Chin Med J*, 2012, 125 (11): 2057-2061.
- [32] Sindou MP, Alvernia JE. Results of attempted radical tumor removal and venous repair in 100 consecutive meningiomas involving the major dural sinuses. *J Neurosurg*, 2006, 105 (4): 514-525.

CT 对创伤性颅脑损伤评价及预后评估的研究进展

许鹏程 邵雪非 综述 陶进 审校

皖南医学院弋矶山医院神经外科 安徽 芜湖 241000

摘要: CT 作为创伤性颅脑损伤 (traumatic brain injury, TBI) 的首选检查方法, 对于 TBI 患者的诊断、评价及预后的评估起着至关重要的作用, 本文主要简述 CT、CTP 以及颅内压监测技术在 TBI 的诊断、预后评价中的应用进展。

关键词: 创伤性颅脑损伤; CT; CTP; 颅内压监测; 预后

创伤性颅脑损伤 (traumatic brain injury, TBI) 是由于外力所致颅脑内出现的一系列损伤, 是神经外科最常见的一种疾病, 其死亡率及致残率居各类创伤之首^[1], 发生率也呈持续增高趋势, 有文献报道 TBI 是导致 45 岁以下人群死亡和严重残疾的主要原因之一, 在 25 岁以下人群的发生率为 1.10% ~ 2.36%^[2,3], 当前人群中约有 11.5 亿人因此丧失劳动能力^[4]。对于 TBI 患者伤情的判断、治疗方式的选择以及预后的评估就尤为重要, 电子计算机断层扫描 (Computed Tomography, CT) 因其方便、快捷、客观的特点, 已经成为 TBI 患者首选检测方法^[5], CT 图像能揭示颅内损伤情况, 以及损伤后颅腔内空间的变化, 从而为选择治疗方案提供客观证

据, 并对判断病情的转归有着重要的指导意义。但对于较小的病灶或是非出血性轴索损伤 CT 检查敏感性不够, 往往容易出现漏诊误诊, 且对于病情的判断也常因临床医生对于症状和 CT 图像的解读存在人为差异, 易造成延误治疗或治疗过度。因此对于 TBI 伤后 CT 检查的准确性连续检查的必要性及预后的判断仍存在争议。本文查阅相关文献, 就 CT 对 TBI 评价及预后评估的研究进展做一综述。

1 TBI 后连续 CT 检查的必要性

TBI 是由于直接或间接暴力作用于颅脑造成的一系列损伤。Bruce 等^[6]对 TBI 患者影像学特征分析表明 CT 对原发性颅脑损伤尤其是出血性病变的监测具有快速、适应性广、灵敏性高等优势, 为临床

基金项目: 2013 芜湖市科技局项目 (2013hm41)

收稿日期: 2015-04-04; 修回日期: 2015-06-19

作者简介: 许鹏程 (1989~), 男, 在读硕士研究生, 主要从事颅脑创伤的临床研究。

邵雪非 (1975~), 男, 硕士, 主治医师, 主要从事颅脑创伤与颅内肿瘤临床与实验室研究。

通讯作者: 陶进 (1958~), 男, 神经外科副主任, 主任医师, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事颅内肿瘤及颅脑创伤的临床研究。

治疗的选择和判断预后提供了客观依据。Provenzal^[7]通过对临床资料分析后指出 CT 对于 TBI 患者早期的诊断亦起着不可替代的作用。TBI 患者入院后病情的转归主要有三种:恶化、稳定和好转。表现在 CT 上则分别为病灶增大、稳定和缩小。Chang 等^[8]对 229 例 TBI 患者影像资料分析指出:第二次 CT 检查血肿缩小的概率仅为 4%,患者病情均稳定,血肿大小不变者占 58%,复查头颅 CT 示血肿增大所占比例则为 38%,对于血肿增大患者如未得到及时 CT 检查,对病情做出准确判断,未获得及时有效的救治,患者预后较差。另外 CT 复查时机不同,也会致使患者预后存在较大差异。

但是连续的 CT 检查一是增加医疗成本,二是多次搬动患者存在加重病情及二次损伤的风险,三是如为未成年人还需考虑辐射的危害,因此对于颅脑损伤病人是否需要重复行 CT 检查,尚不能形成共识^[9-10]。White 等^[11]对 46 例患者临床资料分析得出仅有 17% 患者 24 h 的第二次 CT 检查结果与第一次相仿,Ramesh 等^[12]也通过对 201 例 TBI 患者入院后 72 h 内行重复 CT 检查发现 21.8% 的患者颅内损伤出现了进一步的发展,5.5% 患者在 24 h 第二次 CT 检查中发现新的颅内损伤,5.8% 患者在 72 h 第三次检查中被发现,23% 患者因此而选择改变治疗策略,从而提高了治愈率。因此该研究认为连续 CT 扫描对于 TBI 患者在发现颅内原有损伤的进展和发现新的损伤方面具有重要的意义,往往会帮助医生及时选择正确的治疗措施,减轻神经损伤,从而改善预后。

Chieragato 等^[13]主张对 TBI 患者入院后 6 h 及 24 h 均应常规行 CT 复查,若监测到颅内压高于 25 mmHg 者需立即行 CT 检查。Park 等^[14]对 60 例 TBI 患者研究发现 24 h 内复查 CT 结果显示颅内血肿增大,其中 47% 患者行手术治疗,并得到较好的预后。因此 TBI 伤后 24 h 内行 CT 复查对于及时发现颅内病情变化是必要的,若有病情变化者需立即行头颅 CT 检查。

2 CT 检查与颅内压监测相结合

TBI 常导致颅内压(intracranial pressure, ICP)升高,引起脑缺血、梗死等继发性损害,从而进一步加重病情,因此监测颅内压变化并早期评估预后情况对于 TBI 具有非常重要的意义。CT 虽是目前公认的评估颅内压最简便、可靠的影像学诊断方法,但是否行 CT 检查往往根据对患者病情的观察而决

定,从而具有一定的滞后性。颅内压监测只是提供颅内压力的变化而不能提供其发生变化的原因,故近年来有学者提出 CT 结合颅内压监测综合分析,判断 TBI 患者病情变化,相互弥补不足,为临床提供更加准确、及时的客观依据。两者相结合优势在于:① ICP 监测及时提供颅内压力变化,CT 图像显示 ICP 增高原因如:颅内损伤病灶的变化,水肿面积的改变,中线结构移位和脑池受压的情况,两者结合不仅可准确判断病情变化,且可以减少因频繁搬运而造成的医源性损伤;② Chatterjee 等^[15]研究表明将 ICP 监测与 CT 相结合可以较好的指导脱水剂的使用,包括使用时机和剂量,从而有效避免脱水剂使用的盲目性,降低内环境紊乱及肾功能衰竭的发生率。③ 继发性颅脑损伤主要是由脑内出血病灶增大导致的脑组织肿胀、移位所致,其中进行性出血损伤(Progressive Hemorrhagic Injury, PHI)是致残和致死的主要原因。早期 CT 检查可作为预测 PHI 变化简单有效的方法,可早期对颅内出血情况作出准确判断计算出血量及中线移位情况,及时做出干预,防止血肿进一步增大,以提高患者预后率。④ CT 平扫对于脑组织轴位移位造成的脑疝可以较为准确的显示,但对脑组织上下移位造成的脑疝的显示仍却在欠缺,易造成漏诊^[16]。对于继发性损伤及颅内病情的变化,连续的颅内压监测可为 CT 复查时机的选择提供依据,TBI 患者颅内压增高往往早于临床症状体征的出现,当监测到颅内压增高时立即行头颅 CT 检查,可缩短诊断时间,从而弥补 CT 对于 TBI 继发性损伤诊断的不足。李进京等^[17]也通过收集 28 例临床 TBI 患者颅内压监测值与 CT 图像分析后指出伤后 24 h 内颅内压变化对于病情的判断及预后的评估具有明显的相关性。

3 CT 新技术在 TBI 中的应用

随着 CT 技术的发展,CT 图像对于 TBI 颅内情况的显示也越来越清晰、准确。但仍存在欠缺之处,除了 TBI 本身病理生理原因如蛛网膜损伤,旋转暴力所致的弥漫性轴索损伤,早期外伤性缺血性改变及原发性脑干伤外,外界因素如患者躁动不安,未能及时复查等也是影响 CT 对 TBI 诊断准确性的原因。随之出现了一种新型的 CT 成像技术,CT 灌注成像(Perfusion CT, CTP),CTP 是一种功能成像技术,反应组织内和血管内碘对比剂浓度随时间变化而改变的过程,通过图像半定量、灌注参数等可直观、清晰地显示局部脑组织因过度灌注亦或

缺血所造成的损伤能够早期显示 TBI 脑血流灌注,发现血液流动学改变,尤其对于脑挫伤检出敏感性明显高于普通 CT 平扫^[18]。Wintermark 等^[19]研究发现,首次 CT 检查对 TBI 患者颅内损伤区域检出敏感性仅为 39.6%,然而 CTP 的敏感性高达 87.5%,表现为损伤区的脑血流量和血容量明显降低。Cino 等对 30 例重度 TBI 患者伤后 48h 检查发现,CTP 对于颅内损伤病灶的选择性灌注区域明显多于 CT 平扫,其中 60% 患者 CTP 检查后能够较 CT 提供更多的诊断信息,10% 因 CTP 检查后发现继发性损伤情况而选择了改变治疗方法,老年 TBI 患者颅内损伤区域 CTP 灌注改变尤为明显。有研究指出早期对 TBI 患者行 CTP 检查通过参数变化了解脑组织灌注情况对于评估其长久预后也具有非常重要的作用^[20-21]。刘科等^[22]也通过对 17 例 TBI 患者 CT 参数及图像结果分析显示其中 13 例呈低灌注,且预后均较差。尽管 CTP 在诊断 TBI 方面具有广泛的应用前景,但是检查时间及辐射剂量均比普通 CT 平扫要多,因此其安全性也备受人们的关注。相较于 CT 和 CTP,MRI 对于 TBI 患者颅内微小损伤以及轴索损伤的检出敏感性更高,通过磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging,SWI)和弥散张量成像(diffusion tensor imaging,DTI)信号改变判断 TBI 损伤程度及预后情况,近年出现的功能磁共振成像(fMRI)通过检测血氧水平依赖(blood oxygenation level dependent,BOLD)信号的改变评估 TBI 患者神经活性功能,其主要应用于存在意识障碍患者^[23]。PET-CT 通过检测葡萄糖代谢可同时反映脑灌注和代谢状态,且较 NCCT 及 MRI 敏感性更高,但检查费用昂贵,临床对于 TBI 患者应用很少^[24]。

4 CT 对于 TBI 的预后评估

TBI 的预后存在多种影响因素,研究表明:年龄,颅内损伤机制、部位,基础疾病都与 TBI 预后有关^[25],因此对于预后的评估也十分困难。有学者用各种脑部生化指标、患者基因表型及颅内压测定结合颈静脉血氧含量来预测 TBI 患者的预后^[26-28]。国际预后和临床试验任务组(the International Mission for Prognostic and Clinical Trial,IMPACT)以 CT 脑损伤征象、年龄、GCS 评分和瞳孔光反应为核心来判断预后^[29-30],其中以 CT 扫描最直观、也是最常用的方法。CT 图像上显示的血肿量越大、靠近脑干的位置越深,基底池闭塞、中线移位越明显预后越差,致死、致残率越高,双侧颅内的血肿及挫伤

也更容易导致较差的预后。早期 CT 图像上显示的颅内不同部位的损伤也会因为其支配区域的差异,引起预后语言、认知、记忆以及肢体活动等障碍。以上分析仅是从 CT 图像表现给予分析判断,但由于判断标准不同,仍存在较多主观因素,故国外也先后出现了多种 CT 分级评分对于 TBI 预后的评估,自 Marshall 通过对 753 例 TBI 住院患者临床资料分析后提出 CT 预测 TBI 预后等级分类以来,逐渐被广泛接受,但是作为影响颅脑损伤预后一项重要独立因素的蛛网膜下腔出血却没有被包括在内,直到 2005 年,Mass 等^[31]在此基础上提出对 Rotterdam CT 计分分类以评估颅脑损伤后 6 月患者预后情况,其能够从基底池状态、中线移位、外伤性蛛网膜下腔出血和脑室出血及不同类型颅内占位性病灶四个方面,更全面、准确的反映颅脑损伤及其预后情况^[32]。然而 Rotterdam CT 评分是针对 TBI 中的成人患者提出的,其对于儿童 TBI 患者的诊断及预后判断的准确性尚待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Evans JA, van Wessem KJ, McDougall D, et al. Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment. *World J Surg*. 2010, 34: 158-163.
- [2] Jiang Y, Sun X. Traumatic brain injury-Nature and genetic influences. *Neural Regeneration Research*. 2008, 3(7): 121-139.
- [3] Eilander HJ, van Heugten CM, Wijnen VJ, et al. Course of recovery and prediction of outcome in young patients in a prolonged vegetative or minimally conscious state after severe brain injury: An exploratory study. *J Pediatr Rehabil Med*. 2013, 6(2): 73-83.
- [4] Immonen RJ, Kharatishvili I, Niskanen JP, et al. Distinct MRI pattern in lesional and perilesional area after traumatic brain injury in rat-11 months follow-up. *Exp Neurol*. 2009, 215(1): 29-40.
- [5] Tasaki O, Shiozaki T, Hanasaki T, et al. Prognostic indicators and outcome prediction model for severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2009, 66(2): 304-308.
- [6] Bruce DA. Imaging after head trauma: why, when and which. *Childs Nerv Syst*. 2000, 16(10-11): 755-759.
- [7] Provenzale J. CT and MR imaging of acute cranial trauma. *Emerg Radiol*. 2007, 14(1): 1-12.
- [8] Chang EF, Meeker M, Holland MC. Acute traumatic intraparenchymal hemorrhage: risk factors for progression in the early post-injury period. *Neurosurgery*. 2006, 58(4): 647-656.

- [9] Lueas da silva PS ,Reis ME ,Aguiar VE. Value of repeat cranial computed tomography in pediatric patients sustaining moderate to severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2008 , 65 (6) : 1293-1297.
- [10] Brown CV ,Zada G ,Salim A ,et al. Indications for routine repeat head computed tomography (CT) stratified by severity of traumatic brain injury. *J Trauma*. 2007 ,62 (6) : 1339-1345.
- [11] White CL ,Griffith S ,Caron JL. Early progression of traumatic cerebral contusions. Characterization and risk factors. *J Trauma*. 2009 ,67 (3) : 508-514.
- [12] Ramesh S ,Sunil K ,Navneet ,et al. Role of repeat CT scans in the management of traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2012 , 9 : 33-39.
- [13] Chieragato A ,Fainardi E ,Morsellilabate AM ,et al. Factors associated with neurologic outcome and lesion progression in traumatic subarachnoid hemorrhage patients. *Neurosurgery*. 2005 ,56 (4) : 671-680.
- [14] Park HK ,Joo WI ,Chough CK ,et al. The clinical efficacy of repeat brain computed tomography in patients with traumatic intracranial haemorrhage with 24 hours after blunt head injury. *Br J Neurosurg*. 2009 , 23 (6) : 617-621.
- [15] Chatterjee N ,Koshy T ,Misra S ,et al. Changes in left ventricular preload , afterload ,and cardiac output in response to a single dose of mannitol in neurosurgical patients undergoing craniotomy. *atransesophageal echocardiographic study*. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2012 ,24 (1) : 25-29.
- [16] Johnson PL ,Eckard DA ,Chason DP ,et al. Imaging of acquired cerebral herniations. *Neuroimaging Clin Nam*. 2002 ,12 (2) : 217-228.
- [17] 李进京 ,罗光东 ,曹宴宾 ,等. 中重度颅脑损伤后 CT 影像特点、颅内压与预后的关系. *中国微侵袭神经外科杂志*. 2013 ,18 (7) : 307-309.
- [18] Narayan RK ,Mass AI ,Servdei F ,et al. Progression of traumatic intracerebral hemorrhage: a prospective observation study. *J Neurotrauma*. 2008 , 2 (6) : 629-639.
- [19] Wintermark M ,Van Melle G ,Schnyder P ,et al. Admission perfusion CT: prognostic value in patients with severe head trauma. *Radiology*. 2004 ,232 : 211-220.
- [20] Parsons M ,Pepper EM ,Bateman GA ,Wang Y. Identification of penumbra and infarct core on hyperacute non-contrast and perfusion CT. *Neurology*. 2007 ,68 : 730-736.
- [21] Bivard A ,Spratt N ,Levi C ,Parsons M. Perfusion computer tomography: imaging and clinical validation in acute ischaemic stroke. *Brain*. 2011 ,134 : 3408-3416.
- [22] 刘科 ,方波 ,胡晞等 ,创伤性颅脑损伤 CT 灌注成像的临床应用. *创伤外科杂志* 2010 ,12 (6) : 500-503.
- [23] Marquez de la Plata CD ,Garces J ,Shokri Kojori E et al. Deficits in functional connectivity of hippocampal and frontal lobe circuits after traumatic axonal injury. *Arch Neurol* , 2011 ,68 (1) : 74-84.
- [24] 李德培 ,宋健 ,徐国政. 颅脑损伤现代评估技术的临床应用进展. *中华神经外科杂志*. 2015 ,31 (4) : 427-429.
- [25] Lingsma HF ,Roozenbeek B ,Steyerberg EW ,et al. Early prognosis in traumatic brain injury : from prophecies to predictions. *Lancet Neurol*. 2010 ,9 (5) : 543-554.
- [26] Zabolotskikh IB ,Mindiarov Alu ,Babakov AS ,et al. Intracranial pressure and jugular venous oxygenation influence on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *Anesthesiol Reanimatol*. 2011 ,7 (4) : 50-55.
- [27] Topolovec-Vranic J ,Pollmann-Mudryj MA ,Ouchterlony D et al. The value of serum biomarkers in prediction models of outcome after mild traumatic brain injury. *J Trauma*. 2011 , 71 (5 Suppl 1) : 478-486.
- [28] Wagner AK ,Amin KB ,Niyonkuru C ,et al. CSF Bcl-2 and cytochrome C temporal profiles in outcome prediction for adults with severe TBI. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2011 ,31 (9) : 1886-1896.
- [29] Roozenbeek B ,Lingsma HF ,Lecky FE ,et al. Prediction of outcome after moderate and severe traumatic brain injury: external validation of the International Mission on Prognosis and Analysis of Clinical Trials (IMPACT) and Corticoid Randomisation After Significant Head injury (CRASH) prognostic models. *Crit Care Med*. 2012 ,40 (5) : 1609-1617.
- [30] Hoffmann M ,Lefering R ,Rueger JM ,et al. Pupil evaluation in addition to Glasgow Coma Scale components in prediction of traumatic brain injury and mortality. *Br J Surg*. 2012 ,99 (Suppl 1) : 122-130.
- [31] Mass AI ,Hukkelhoven CW ,Marshall LF ,et al. Prediction of outcome in traumatic brain injury with computed tomographic characteristics: a comparison between the computed tomographic classification and combinations of computed tomographic predictors. *Neurosurgery*. 2005 ,57 (6) : 1173-1182.
- [32] Liesemer K ,Riva-Cambrin J ,Bennett KS ,et al. Use of Rotterdam CT scores for mortality risk stratification in children with traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med*. 2014 ,15 (6) : 554-562.