

一站式全脑动态容积 CTP - CTA 成像对颅脑损伤后脑血管痉挛的诊断价值

余惠平 张和平 李进淼

【摘要】 目的 探讨一站式全脑动态容积CT灌注成像(CTP)联合CT血管成像(CTA)成像在颅脑损伤后脑血管痉挛中的应用及临床意义。**方法** 50例可疑有症状性脑血管痉挛表现的患者接受一站式全脑动态容积成像,CTP检查结果与对侧镜像区进行比较。**结果** 50例颅脑损伤患者中48例患者CTP存在原脑损伤范围外的低灌注区,同临床症状相符,准确性达96%,同对侧镜像区进行比较,各参数脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、平均通过时间(MTT)及达峰时间(TTP)差异皆有统计学意义;50例颅脑损伤患者其中42例患者3D-CTA存在颅内大血管痉挛。**结论** 一站式全脑动态容积CTP-CTA成像技术应用于颅脑损伤后脑血管痉挛,通过CTP显示脑实质低灌注区以判断脑实质微循环血管痉挛的存在,CTA判断脑实质外大血管痉挛的存在,即CTP联合CTA对颅脑损伤后脑血管痉挛的早期诊断、治疗方案的选择、疗效的评估均有重要临床价值。

【关键词】 颅脑损伤; 脑血管痉挛; 灌注; 血管成像

doi: 10.3969/j.issn.1009-6574.2017.03.012

Diagnosis value of one stop whole brain dynamic volume CTP-CTA imaging in cerebral vasospasm after traumatic brain injury YU Hui-ping, ZHANG He-ping, LI Jin-miao. Department of Neurosurgery, Affiliated Quanzhou First Hospital, Fujian Medical University, Quanzhou 362000, China

【Abstract】 Objective To explore the application and clinical significance of one stop whole brain dynamic volume CTP-CTA imaging in cerebral vasospasm after traumatic brain injury. **Methods** Totals of 50 patients with suspected symptomatic cerebral vasospasm were treated with one stop whole brain dynamic volume imaging. The results of CTP were compared with that of the contralateral mirror area. **Results** In 50 patients, 48 showed low perfusion areas outside the scope of brain injury which was consistent with clinical symptoms. The accuracy rate was 96%. There were significant differences in cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV), time-to-peak (TTP) and mean transit time (MTT) compared to the contralateral mirror area. In 50 traumatic brain injury patients, 42 showed intracranial vasospasm of great vessels in 3D-CTA. **Conclusions** One-stop whole brain dynamic volume CTP-CTA imaging could be applied in evaluating cerebral vasospasm after traumatic brain injury. Microcirculation vasospasm in brain parenchyma could be detected by low perfusion cerebral area in CTP. Vasospasm of great vessels outside brain parenchyma could be detected by CTA. Therefore, CTP combined with CTA has significant clinical value in early diagnosis, selection of treatment options and evaluation of efficacy for cerebral vasospasm after traumatic brain injury.

【Key words】 Craniocerebral trauma; Cerebral vasospasm; Perfusion; Vascular imaging

颅脑损伤在外伤中发病率仅次于四肢外伤,其致残率、死亡率较高,造成家庭、社会严重的负担。

颅脑损伤的预后除与颅脑损伤的程度有关,还与颅脑损伤患者及时诊治密切相关^[1-2]。颅脑损伤,尤其是重型颅脑损伤,多合并有蛛网膜下腔出血,引起程度不等的脑血管痉挛(Cerebrovascular Spasm, CVS),

作者单位: 362000 福建医科大学附属泉州第一医院神经外科

- [16] Xie T, Liu T, Zhang X, et al. Time to Revive the Value of the Pseudocapsule in Endoscopic Endonasal Transsphenoidal Surgery for Growth Hormone Adenomas[J]. World Neurosurg, 2016, 89:65-71.
- [17] Teramoto A, Sano K, Osamura RY, et al. [Immunohistochemical observations of the pituitary adenomas with the use of enzyme-labelled antibody method-on the residual pituitary gland and "capsule" of the adenoma (author's transl)] [J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 1979, 19(9):895-902.

- [18] Ku CR, Kim EH, Oh MC, et al. Surgical and endocrinological outcomes in the treatment of growth hormone-secreting pituitary adenomas according to the shift of surgical paradigm[J]. Neurosurgery, 2012, 71(2 Suppl Operative):ons192-ons203.
- [19] 李振举, 邓侃, 王任直, 等. 伽玛刀治疗后的垂体腺瘤经蝶手术脑脊液漏的防治[J]. 神经疾病与精神卫生, 2016, 16(3): 320-323.

(收稿日期: 2016-12-02)

甚至缺血性脑梗死,导致患者出现意识障碍、偏瘫、失语等临床症状,所以颅脑损伤后CVS的早期诊断、干预能明显改善患者的预后。本研究选取50例颅脑损伤患者,采用一站式全脑动态容积CT灌注成像(CTP)联合CT血管成像(CTA)成像技术,了解颅脑损伤后CVS及脑灌注情况。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2011年1月~2013年1月福建医科大学附属泉州第一医院神经外科收治的50例颅脑损伤患者,包括男35例,女15例;年龄20~65岁,平均38岁;其中车祸伤34例,高处坠落伤11例,其他原因5例;格拉斯哥昏迷评分(GCS)3~5分的14例,6~8分的24例,9~12分的7例,13~15分的5例。全部病例都行颅脑CT检查,都有外伤性蛛网膜下腔出血,其中单纯蛛网膜下腔出血9例,脑挫裂伤6例,脑挫裂伤伴脑内血肿7例,脑挫裂伤伴硬膜下血肿13例,脑挫裂伤伴硬膜外血肿3例,脑挫裂伤伴脑内血肿、硬膜下血肿12例。

1.2 方法

1.2.1 可疑CVS的临床表现 明确的颅脑损伤患者,如果出现意识状态的恶化,或出现的局灶定位体征,如偏瘫、失语等,以及颅内压增高的表现,如头痛、呕吐等,临床除外电解质紊乱(高钠血症)、缺氧等全身因素,颅脑CT检查除外颅内血肿、脑水肿加重、继发性脑积水等因素后,需高度怀疑CVS的可能性。

1.2.2 检查方法 在可疑有症状性CVS表现时即予行CTP、3D-CTA检查,检查时间为外伤后2~14 d,高峰时间为4~10 d。所有患者检查均采用GE 64排128层CT(Optima CT660)。先行颅脑CT平扫以排除出血、脑积水、水肿,扫描参数:120 kV, 250 mAs,层厚5 mm。再行动态容积全脑CTP-CTA检查:在肘静脉埋置20G静脉留置针,采用双通道高压注射器(Stellant, Medrad公司,美国),以5 ml/s注入50 ml非离子对比剂碘帕醇(370 mg/ml)和后续25 ml生理盐水行动态容积扫描。扫描参数:80 kV, 100 mAs,层厚5 mm。注入对比剂5 s后应用动态500排即容积螺旋穿梭技术(Volume Helical Shuttle, VHS),在数据采集期间,CT扫描床持续周期性穿梭往复运动,覆盖范围120 mm,连续扫描26次,总扫描时间49.92 s;扫描结束后进行后重建,层厚1.25 mm。将所得的数据传至工作站(GE AW4.6),经Perfusion 4D的后处理软件处理。本组50例全部行一站式全脑动态容积CTP-CTA成像检查。

1.2.3 图像处理 将所有图像数据均传至GE AW 4.6工作站进行后处理及分析。(1)CTP图像:通过

Perfusion 3D灌注软件包获得脑血流量(Cerebral Blood Flow, CBF)、脑血容量(Cerebral Blood Volume, CBV)、平均通过时间(Mean Transit Time, MTT)、达峰时间(Time to Peak, TTP)的伪彩图。测量颅脑损伤患者异常灌注区及对侧镜像感兴趣区的CBF、CBV、TTP、MTT。(2)CTA图像:图像重建方法包括二维曲面重建(CPR)、容积再现(VR)及最大密度投影(MIP),观察血管狭窄部位、程度、Willis环形态特征及侧支循环情况。血管狭窄程度定义为血管最狭窄处与远端正常管径之比。将狭窄分为:轻度0~30%,中度31%~60%,重度61%~100%。主要评价双侧大脑前动脉(ACA)A1、A2段,双侧大脑中动脉(MCA)M1、M2段,双侧大脑后动脉(PCA)P1、P2段,基底动脉(BA)。考虑到正常人前后交通动脉,一侧椎动脉以及ACA之A1段和PCA之P1段解剖差异较大,若不显示或细而均匀,则不予评价。图像分析评价由一位放射科副主任医师和一位放射科主治医师和一位神经外科医生共同完成。

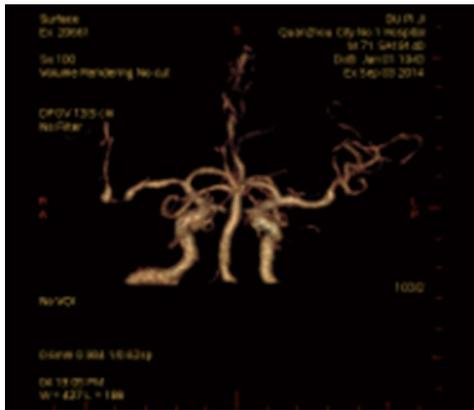
1.3 统计学方法 采用SPSS 20.0软件进行数据统计分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较两侧大脑半球脑局部血流灌注参数的差异采用配对t检验。 $P < 0.05$ 为有差异统计学意义。

2 结果

2.1 一站式全脑动态容积CTP-CTA成像可行性 50例外伤患者,能配合摆好标准头位,昏迷躁动不能配合的给予镇静药,CTP-CTA成像顺利,图像良好。

2.2 3D-CTA表现 50例患者中有42例患者存在颅内大血管痉挛狭窄,轻度5例,中度21例,重度16例。狭窄处共计52处,其中MCA 46处(轻度11处、中度21处、重度14处),分布上处于脑损伤同侧28例,双侧11例,单纯对侧3例;PCA 4处(中度2处),ACA 6处(中度4处、重度2处),后两者有部分同时伴随前一种。影像上除了血管的局部变窄外,有40处呈串珠样改变,即一条动脉多处痉挛变窄,均在MCA,仅12处呈较单纯的局部狭窄(见图1)。

2.3 CTP表现 见图2(见本期封三),表1。50例颅脑损伤患者其中48例患者存在原脑损伤范围外的低灌注区,同临床症状相符;2例无出现低灌注区,对照CTA也没发现有CVS的影像学表现,排除为症状性CVS,给予剔除。48例患者低灌注区灌注参数同对侧镜像感兴趣区对比:38例CBF、CBV较对侧降低,以CBF降低明显(见图2A, 2B),10例CBF较对侧降低、CBV较对侧升高,总体差异有统计学意义($P < 0.05$);48例TTP、MTT较对侧延长(见图2C, 2D),差异有统计学意义($P < 0.01$)。



注: 右侧大脑中动脉M1、M2段狭窄, 呈串珠样改变

图1 某患者3D-CTA表现

表1 颅脑创伤患者低灌注区与对侧镜像感兴趣区脑灌注参数对比($\bar{x} \pm s$)

组别	CBF [ml/(min·100g)]	CBV (ml/100 ml)	TTP (s)	MTT(s)
低灌注区	32.78 ± 7.24	2.91 ± 0.67	12.08 ± 2.32	6.95 ± 0.31
对照侧	51.80 ± 9.59	3.22 ± 0.50	10.68 ± 1.94	4.42 ± 0.99
t值	10.97	2.57	3.21	16.90
P值	< 0.01	< 0.05	< 0.01	< 0.01

3 讨论

CVS在临床分为两种,分别为无症状性血管痉挛(无神经功能缺损症状,但血管造影检查发现痉挛状态)与症状性血管痉挛(出现神经功能缺损症状)^[3]。CVS常伴有受累血管远侧分布区域灌注明显减少现象,是一种颅内动脉持续收缩状态。脑血管造影与患者临床症状及体征表现是CVS的主要诊断依据^[4-5]。

颅脑损伤、自发性蛛网膜下腔出血、血管内介入术及开颅手术是CVS的主要诱发因素,其中蛛网膜下腔血液及降解物是产生血管痉挛的主要原因,其次在血管内介入术及颅脑损伤或手术治疗中,如机械操作的刺激、对血管的牵拉与挤压损伤、造影剂的使用以及术中出血进入蛛网膜下腔等均可造成CVS^[6]。据有关研究发现,CVS的临床表现与影像学结果并不完全相符,临床无痉挛症状但影像学显示血管痉挛,或者可见CVS症状,但影像学无结果等,这并不代表预后差^[7]。颅脑损伤后出现的CVS有两种情况,一种发生于颅内大动脉,另一种则发生于脑实质微循环,在早期及时给予诊断并做到有效预防,这是减少颅脑损伤CVS及改善预后的关键所在^[8]。本研究专门从以上两种情况进行分析并作为研究重点。

目前,CVS的监测主要应用TCD,但仍旧有诸多不足处,包括敏感性低、单独应用下特异性较低、无法检测微循环的脑血管痉挛等,因此不可作为临床

治疗的主要指导方法。据文献报道显示^[9],在判断近端脑动脉有无痉挛或重度痉挛方面,CTA的准确性较高,分别可达96%与100%,对轻度与中度血管痉挛的准确性则分别达到90%与95%;对末梢血管中重度准确性则为81%与94%。CTA在判断轻度、中度CVS方面,敏感性低但特异性较高,分别为64%与96%。在CTA与CTP联合下,则可以最大限度降低CVS的假阳性,尤其对椎基底动脉血管痉挛有重大价值,因此两者联合可提高CVS早期判断的准确性^[10-11]。

本研究中的50例颅脑损伤患者,48例为原脑损伤范围外的低灌注区,与临床症状符合;2例无低灌注区,与CTA结果对照分析可见CVS的影像表现,可排除症状性CVS。48例中,低灌注区的灌注参数与对侧镜像感兴趣区域比较,38例显示CBF、CBV低于对侧,尤其是CBF降低更为明显,MTT、TTP长于对侧($P < 0.01$),提示低灌注区可见微循环血管痉挛,甚至可出现栓塞,已经呈现缺血状态,10例CBF低于对侧,CBV高于对侧,TTP、MTT长于对侧($P < 0.01$),显示为低灌注区呈现局部微血管压迫,管腔处于轻度狭窄状态,良性血在相应脑区域中供血不足,这些均说明颅脑损伤后呈现的缺血状态是症状性脑血管痉挛诱发微循环原发性血管痉挛狭窄所引发。CVS病例发生在脑出血后的2~15 d,其中在4~10 d时为高峰阶段,在2~4周时,开始逐渐减少。据文献报道^[12],CTP能够对血管痉挛进行监测,在早期判断中具有较大价值,而有学者认为MTT的延长是由颅内压升高所致,微血管以及大血管的痉挛会造成脑灌注压的锐减,继而可造成脑循环时间增加,因此MTT可作为测量蛛网膜下腔出血(SAH)后血管痉挛的灌注参数,且具高敏感性。对于轻度血管痉挛,CBF及CBV出现下降,而MTT呈现递增,在SAH的10~13 d到达峰值;中重度痉挛,CBF与CBV的平均值下降,这与本研究中低灌注区的CBV、CBF、MTT改变相似。MTT能反映自发性SAH引起的CVS情况,并且MTT与CVS的临床表现一致。研究证实^[13]CTP对脑动脉瘤破裂后SAH引起的继发性脑梗死预测价值,CTP在脑梗死症状完全发生之前就表现为TTP,而其敏感性和特异性分别达93%和95%。因此认为TTP早期诊断SAH引起的继发性脑缺血梗死的敏感指标。本研究低灌注区MTT、TTP延长,与文献报道相同^[14],说明支配该区域的血管存在血管痉挛,而且已经造成了该区域缺血低灌注状态。因此,CTP对CVS的早期诊断和治疗有重要指导意义。研究显示^[15]根据CBF对SAH导致的CVS程度分为3级,重度:CBF < 15 ml/(min·100 g),认

为这部分脑组织几乎发生不可逆损伤,晚期发生脑梗死;中度CBF 15~25 ml/(min·100 g),如果及时缓解或解除痉挛,这部分脑组织可以部分恢复;轻度:CBF > 25 ml/(min·100 g),这部分脑组织为可逆性损伤,解除痉挛后能够完全恢复。本研究35例颅脑损伤患者在症状好转后复查一站式全脑动态容积CTP-CTA成像检查也支持这个观点。

本研究通过一站式全脑动态容积CTP-CTA成像技术,一次成像,耗时短、无创、价廉。与其他的功能成像检查方法(SPECT、PET、Xe-CT、MRI、USG等)相比,CTP的优点在于定量研究、成像快速、无创、无磁敏感伪影等;而且能在一次扫描中同时获得CTA解剖图像和血流动力学的信息。由于其检查时间短、无创,尤其适合于重型颅脑损伤患者;而且克服了以往多种CT联合检查方式其放射剂量高对人体损害的危险,其一次检查总放射剂量约相当于两次颅脑平扫的总剂量。另外本研究采用64排螺旋CT,通过“摇篮床”技术,使扫描范围扩大到114 mm,能覆盖颅底至半卵圆中心大部分脑组织,所得到的CTP灌注参数图基本能满足诊断要求,并可同时获得全脑3D-CTA,对颅脑损伤后CVS做出病因学诊断。本研究的结果显示,50例颅脑损伤患者发现CVS为42例,其准确性达84%,与文献报道的动脉瘤SAH引起的CVS基本相同^[16]。

综上所述,一站式全脑动态容积CTP-CTA成像技术在颅脑损伤后CVS中的应用,可通过一次性扫描而获得脑血流动力学的相关信息及动态CTA,经CTP的显示,脑实质低灌注区,可以对脑实质微循环血管痉挛予以判断,CTA则可以作为脑实质外大血管痉挛的判断参考,两者联合则不仅可以监测大部分脑灌注异常情况,且可以同时确定颅脑损伤后CVS的病因情况,对其诊断具有重要意义,同时对于治疗方案的选择、疗效的评估均有指导价值。可见,在颅脑损伤后CVS方面,CTA联合全脑灌注成像技术具有广阔的应用前景。

参 考 文 献

[1] 李锦泉,王建莉,张华亮.颅脑外伤后症状性脑血管痉挛防治

[J].浙江创伤外科,2011,16(4):477-478.
 [2] 屠传建,柳建生,宋大刚,等.经颅多普勒对外伤性脑血管痉挛的诊断价值[J].中华创伤杂志,2011,27(3):221-223.
 [3] Bouzat P, Francony G, Decléty P, et al. Transcranial Doppler to screen on admission patients with mild to moderate traumatic brain injury[J]. Neurosurgery, 2011, 68(6):1 603-1 610.
 [4] Dagal A, Lam AM. Cerebral blood flow and the injured brain: how should we monitor and manipulate it?[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2011, 24(2):131-137.
 [5] 李锦泉,王建莉,张华亮.颅脑创伤后脑血管痉挛的诊断及治疗体会[J].中华神经外科杂志,2012,28(7):671-673.
 [6] Romero JM, Heit JJ, Delgado Almandoz JE, et al. Spot sign score predicts rapid bleeding in spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. Emerg Radiol, 2012, 19(3):195-202.
 [7] Shankar JJ, Lum C, Sharma M. Whole-brain perfusion imaging with 320-MDCT scanner: Reducing radiation dose by increasing sampling interval[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(5):1 183-1 186.
 [8] Melo JR, Di RF, Blanot S, et al. Transcranial Doppler can predict intracranial hypertension in children with severe traumatic brain injuries[J]. Childs Nerv Syst, 2011, 27(6):979-984.
 [9] Jeon YW, Kim SH, Lee JY, et al. Dynamic CT perfusion imaging for the detection of crossed cerebellar diaschisis in acute ischemic stroke[J]. Korean J Radiol, 2012, 13(1):12-19.
 [10] Mikami T, Hirano T, Sugino T, et al. Presurgical planning for arteriovenous malformations using multidetector row CT[J]. Neurosurg Rev, 2012, 35(3):393-400.
 [11] Zacharia BE, Vaughan KA, Jacoby A, et al. Management of ruptured brain arteriovenous malformations[J]. Curr Atheroscler Rep, 2012, 14(4):335-342.
 [12] Kim DJ, Krings T. Whole-brain perfusion CT patterns of brain arteriovenous malformations: a pilot study in 18 patients[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(11):2 061-2 066.
 [13] Romero JM, Heit JJ, Delgado Almandoz JE, et al. Spot sign score predicts rapid bleeding in spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. Emerg Radiol, 2012, 19(3):195-202.
 [14] 陈涓,刘银红,郭锐,等.一站式全脑动态容积CTA-CTP成像在缺血性脑血管病诊断中的价值[J].临床放射学杂志,2012,31(8):1 072-1 076.
 [15] Tu CJ, Liu JS, Song DG, et al. Maximum thickness of subarachnoid blood is associated with mortality in patients with traumatic subarachnoid haemorrhage[J]. J Int Med Res, 2011, 39(5):1 757-1 765.
 [16] 宋大刚,刘伟国,屠传建.TCD对颅脑外伤后脑血管痉挛的研究[J].心脑血管病防治,2010,10(2):90-92.

(收稿日期:2016-10-10)