论著

文章编号:1000-5404(2011)23-2512-04

全脑CT灌注成像在短暂性脑缺血发作中的初步应用

陈 婷,郭大静,赵建农,方 正 (400010 重庆,重庆医科大学附属第二医院放射科)

[摘要] **目的** 评价全脑CT灌注(CT perfusion,CTP)成像在短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack,TIA)的临床应用价值。**方法** 对40例临床诊断为TIA的患者行全脑CTP,CTP检查获得达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)、脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)等参数,同时获得动态CT血管成像(4D-CTA)图像,分析TIA患者的CTP和CT血管造影(CTA)表现。**结果** 40例TIA患者有36例发现与临床症状相对应的58处异常灌注区。异常灌注区表现为TTP和MTT明显延长,CBF有轻度降低,CBV轻度增高或基本正常。异常灌注区和健侧镜像区TTP值、MTT值和CBF值比较差异均有统计学意义($P<0.05$),CBV值比较差异无统计学意义($P>0.05$)。4D-CTA显示责任血管不同程度的狭窄或闭塞,40例TIA患者有32例发现有血管狭窄,2例闭塞,6例正常。**结论** 全脑CTP可以实现对TIA的全面评价,在TIA的诊断及严重程度判断中具有重要价值。

[关键词] 短暂性脑缺血发作;全脑;CT灌注;CT血管成像
[中图法分类号] R743.31; R814.42; R814.43 [文献标志码] A

Primary application of whole-brain CT perfusion imaging in patients with transient ischemic attack

Chen Ting, Guo Dajing, Zhao Jiannong, Fang Zheng (Department of Radiology, Second Affiliated Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing, 400010, China)

[**Abstract**] Objective To explore the value of whole-brain CT perfusion (CTP) imaging in patients with transient ischemic attack (TIA). Methods Whole-brain CTP was performed in 40 patients with clinically diagnosed TIA. The parameter maps of time to peak (TTP), mean transit time (MTT), cerebral blood flow (CBF), and cerebral blood volume (CBV) were analyzed. Dynamic CT angiography (4D-CTA) images were also obtained. Results Fifty-eight areas of abnormal perfusion changes corresponding to clinical symptoms were found in 36 of the 40 patients with CTP. Prolonged TTP and MTT, decreased CBF and increased or non-changed CBV were detected in the abnormal perfusion areas. The differences of TTP, MTT and CBF of the affected side compared with those of the contralateral side were significant ($P<0.05$), but the difference of CBV was not ($P>0.05$). 4D-CTA showed responsible vascular stenosis or occlusion in varying degrees. In the 40 patients, vascular stenosis was found in 32 patients, occlusion in 2 patients and normal in 6 patients. Conclusion Overall assessment of TIA can be achieved by whole-brain CTP imaging, which has a great value for the diagnosis and evaluation of TIA.

[**Key words**] transient ischemic attack; whole-brain; CT perfusion; CT angiography

Corresponding author: Guo Dajing, E-mail: guodaj@163.com

短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack,TIA)是一种由于局灶性缺血导致的,没有发生缺血性梗死的,短暂性的脑、脊髓或视网膜的神经功能失常。绝大多数患者常规CT和MRI检查无异常改变,TIA的诊断主要依靠临床症状和体征,缺乏影像学的客观依据。随着功能影像学的发展,CT灌注(CT perfusion,CTP)成像技术与CT血管造影(CT angiography,CTA)技术联合应用在脑血管疾病的研究中。但由于受到CT机探测器宽度的限制,不能一次检查获得全脑灌注图像及全脑血管图像。自320排容积CT应用于临床以来,全脑灌注成像技术已成功应用于脑血管性疾病的研究[1-5]。将全脑CT灌注成像技术应用于TIA的研究目前国内尚少见报道。本研究通过对40例临床诊断为TIA的患者行全脑CTP,评价其灌注成像表现,并探讨全脑CTP在TIA诊断中的价值。

[通信作者] 郭大静,E-mail: guodaj@163.com

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集2011年4-7月我院收治的临床诊断为TIA患者40例,其中男性26例,女性14例,年龄40~82岁,平均63.3岁。患者分别有不同程度的眩晕、单侧肢体无力、言语不利、短暂性意识障碍等临床表现,症状持续数分钟至数小时不等,但均在24 h内完全恢复,未遗留神经功能障碍。35例TIA患者常规CT平扫图像均未发现明显异常病灶,5例常规CT扫描可见腔隙性脑梗死灶。患者入院1周内完成全脑灌注检查。所有患者均无碘制剂过敏及肝、肾功能不全病史。

1.2 设备与方法

使用Toshiba Aquilion ONE 320排容积CT,全脑灌注成像检查单圈旋转时间为0.75 s,160 mm的覆盖范围,容积扫描方式,扫描层厚0.5 mm,视野240 mm。扫描管电压为80 kV,管电流为150~310 mA。扫描时间间隔:动脉期2 s,静脉期5 s,扫描时间为60 s。使用双筒高压注射器经肘静脉团注非离子型对比剂(碘海醇,350 mgI/ml)40~50 ml,流速为5 ml/s。连续动态扫描19次,产生19个容积数据,每个容积数据包括320幅图像,每次全脑灌注检查共获得6 080幅图像。

1.3 图像处理

将19个容积数据全部导入Vitrea Fx6.02工作站Brain Analysis软件包进行图像后处理。4D-Perfusion软件自动选择输入动脉和输出静脉,并计算出感兴趣区(region of interest,ROI)的时间-密度曲线(time density curve,TDC),根据该曲线利用最大斜率法和去容积算法[6]2个数学模式计算得到脑血流量(cerebral blood flow,CBF)、脑血容量(cerebral blood volume,CBV)、平均通过时间(mean transit time,MTT)、到达峰值时间(time to peak,TTP)等灌注参数,轴位伪彩图层厚5 mm,共32层,并生成相应各参数的全脑灌注三维伪彩图。然后将所有容积数据导入4D-Vascular软件包自动进行血管减影成像,得到19个对比剂从动脉流入到静脉流出的动态CTA图像,即4D-CTA图像。

1.4 评价方法

所有病例的CTP和4D-CTA图像由2名资深神经影像学医师采用盲法进行评价,对异常灌注区域的辨认达成一致意见后,在轴位灌注图上进行测量,ROI选用90~110个像素,以中线为中轴线通过软件获得镜像ROI,对称性测量各参数,每个参数各测3次,取平均值。测量时应尽量避开钙化、血管。记录2人所得测量值的平均值,以健侧镜像区为标准,对图像及参数进行半定量分析。

1.5 辐射剂量

通过多重加权CT剂量指数计算出覆盖范围为160 mm的DLP值。有效辐射剂量通过多重DLP值和系数(颅脑为0.002 3)获得。

1.6 统计学处理

计量资料以$\bar{x} \pm s$表示,采用SPSS 17.0统计软件进行配对t检验检测患侧和健侧的各项灌注参数。

2 结果

2.1 全脑CTP

40例TIA患者有36例在全脑灌注伪彩图上发现与临床症状相对应的灌注异常,共58处异常灌注区(46处位于额叶、顶叶、颞叶、半卵圆中心及基底节区,12处位于枕叶和小脑半球),4例全脑CTP图未见明显异常。36例CTP异常TIA患者中,6例患者为单发异常灌注区,18例患者为2处异常灌注区,4例患者为4处异常灌注区。58处异常灌注区有32处表现为TTP和MTT明显延长,CBF有轻度降低,CBV基本正常(图1A~E),26处表现为TTP和MTT明显延长,CBF有轻度降低,CBV轻度增高(图2A~D)。58处异常灌注区和健侧镜像区灌注参数见表1,异常灌注区和健侧镜像区TTP值、MTT值、CBF值差异有统计学意义($P<0.05$),CBV值差异无统计学意义($P>0.05$)。

表1 36例CTP灌注异常TIA患者全脑CTP结果($\bar{x} \pm s$)

测量区域	TTP(s)	MTT(s)	CBF[ml/(100 g·min)]	CBV(ml/100 g)
异常灌注区	15.56±3.97	4.78±0.77	31.38±8.97	2.35±0.67
健侧镜像区	14.61±3.70	4.33±0.79	34.35±12.61	2.33±0.69
P	0.000	0.000	0.019	0.754

2.2 4D-CTA

40例TIA患者均获得良好4D-CTA图像(图3),选择脑动脉最佳时期CTA发现:前循环血管病变26例(单侧颈内动脉狭窄6例,单侧大脑中动脉狭窄14例,单侧大脑前动脉狭窄6例),后循环血管病变4例为单侧大脑后动脉狭窄,前后循环血管均有病变4例为右侧大脑前动脉和左侧大脑后动脉均狭窄,全脑CTA正常6例。在34例血管病变中:血管闭塞2例(图1F),轻度狭窄10例,中-重度狭窄22例(图2E)。

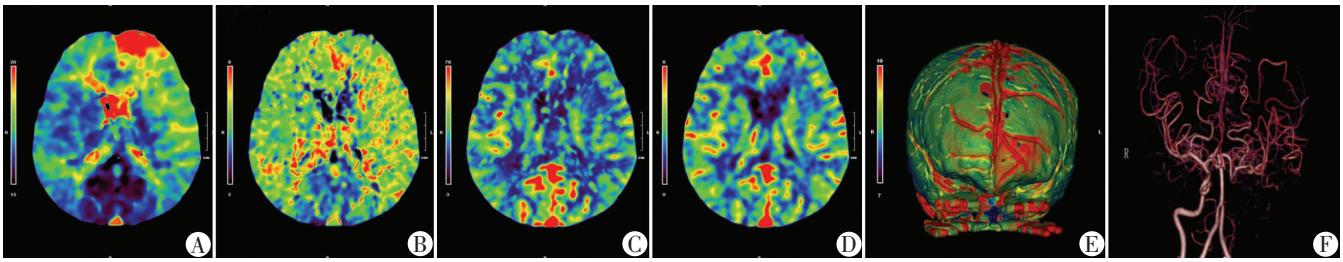
2.3 辐射剂量

40例患者均顺利完成全脑灌注检查。扫描管电压80 kV,管电流为150~310 mA,单圈旋转时间为0.75 s,总扫描时间为21.25 s,总剂量为5.87 mSv。

3 讨论

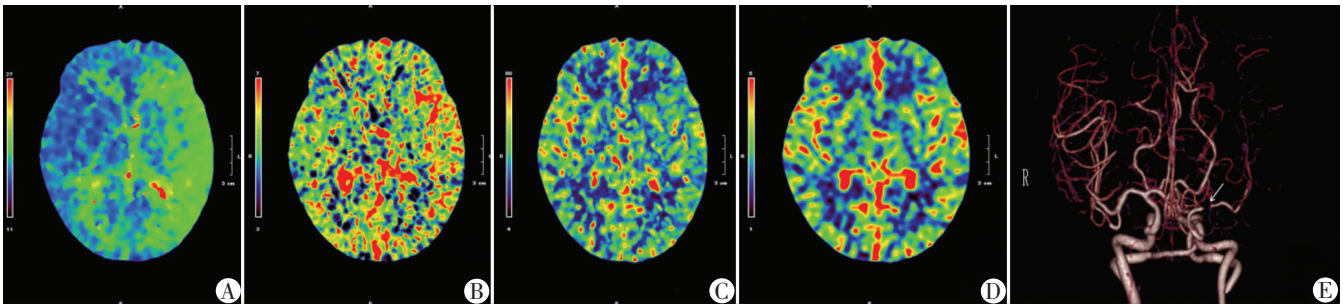
3.1 传统CTP和全脑CTP

传统的CTP与全脑CT灌注成像的基本原理相同,是经过团注对比剂后行动态扫描的功能成像方法,并通过一系列的参数图像来反映活体组织的血流动力学状态及病理生理的改变。传统CTP扫描范围一般以基底节层面为中心扫描,最早CTP扫描覆盖范围仅仅只有10 mm,16排CT扫描覆盖范围扩大到20~24 mm,64排CT扫描覆盖范围为40~48 mm。320排容积CT将覆盖范围扩展到160 mm,可以将全脑各向同性容积数据一次获得,从而进行全脑灌注的评价,运用全脑各个动态容积数据,就可重建出从造影剂流入动脉到流出静脉各期全脑血管的图像,故一次全脑灌



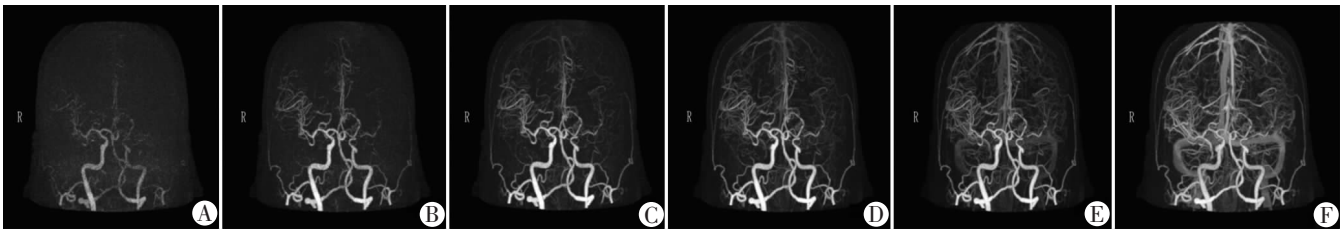
A:TTP图,左侧额叶TTP较健侧明显延长,颞叶TTP延长;B:MTT图,左侧额叶及颞叶MTT较健侧明显延长;C:CBF图,左侧额叶及颞叶CBF轻度降低;D:CBV图,左侧额叶及颞叶CBV基本正常;E:三维TTP图,左侧额叶表面TTP明显延长;F:CTA图,左侧颈内动脉闭塞,左侧大脑前动脉、大脑中动脉及其远端分支显示未见明显狭窄

图1 TIA患者(左侧颈内动脉闭塞)全脑CTP及CTA表现



A:TTP图,左侧额叶、颞叶及基底节区TTP较健侧明显延长;B:MTT图,左侧额叶、颞叶及基底节区MTT较健侧明显延长;C:CBF图,左侧额叶、颞叶及基底节区CBF较健侧轻度降低;D:CBV图,左侧额叶CBV变化不大,左侧颞叶及基底节区CBV较健侧轻度增高;E:脑CTA图,左侧大脑中动脉重度狭窄,其远端分支较健侧明显减少

图2 TIA患者(左侧大脑中动脉重度狭窄)全脑CTP及CTA表现



A~F分别为注射对比剂后17、19、21、23、25、27 s最大密度投影图,动态显示左侧大脑中动脉狭窄中断,伴远端分支明显减少

图3 TIA患者(左侧大脑中动脉重度狭窄)4D-CTA表现

注成像,即可得到常规CT平扫和增强图像、CTP图像、4D-CTA图像(4D-CTA-CTP),从而对脑血管病变的临床诊断和研究更加全面[1]。

CTP的辐射剂量一直是国内外学者广泛关注的问题。国内报道64层螺旋CT行头颅CT平扫、脑灌注扫描(假设覆盖范围为160 mm)、三维CTA的总辐射剂量为5.6 mSv,而320层容积CT全脑灌注成像总辐射剂量为4.6 mSv[2]。国外报道64排CT行头颅CT平扫及CTP-CTA联合扫描的总辐射剂量为9.4 mSv[7],而320排全脑灌注检查总辐射剂量为5.08 ~5.87 mSv[3]。本研究全脑灌注总辐射剂量为5.87 mSv,与传统CTP对比,全脑CTP得到的信息量增加,而辐射剂量却有所减少。

3.2 全脑CTP对TIA患者血流动力学评价

TIA具有高度脑卒中风险,若不及时干预,其发作后2 d内的脑卒中风险超过5%[8],3个月内为8.3% ~10.7%,1年内发生脑卒中的风险为12.8% ~16.2%[9]。因此,对TIA患者及时准确的临床诊断和全面的评估十分重要。TIA是短暂性、一过性神经功能障碍,进行常规CT或MRI检查往往表现为阴性,TIA虽然没有引起脑组织形态学的改变,但在脑血流动力学方面有了明显的改变,应用全脑CTP检查对TIA作出临床诊断和评价是非常有价值的。本组40例TIA患者行全脑CTP发现,36例有与临床症状相对应的灌注异常,共发现58处异常灌注区,有26处表现为TTP和MTT明显延长,CBF有轻度降低,CBV轻度增高;32处表现

为患侧TTP和MTT明显延长,CBF有轻度降低,CBV基本正常。这2种灌注异常表现分别属于脑梗死前期$Ⅰ_2$期和$Ⅱ_1$期[10],提示脑灌注压下降引起脑局部血液动力学异常,并且脑局部循环储备力开始失代偿性低灌注,导致神经元功能改变,若不及时干预,CBF下降到超过脑代谢储备力,就会引起不可逆的神经元形态学改变,从而发生脑梗死。因此,采用全脑灌注成像可以清楚显示TIA患者脑梗死前期的血液动力学异常,并根据各种参数的相互关系分析其脑局部低灌注的病理生理学改变。全脑灌注图覆盖大脑各叶和小脑,可同时评价前循环和后循环脑血流动力学改变,并结合矢状位和冠状位,使灌注异常区定位更加准确,三维灌注图像显示脑表面的异常灌注更加直观。Siebert等[3]对10例TIA患者采用全脑灌注成像评价其大脑前循环和后循环的灌注情况也得出相同结论。

3.3 4D-CTA对TIA患者血管评价

大量研究发现TIA的发生与颈内动脉、大脑中动脉、大脑后动脉等颅内血管慢性狭窄密切相关[11]。320排容积CT 160 mm宽的探测器将全脑各向同性容积数据一次获得,将全脑灌注所获得的19个容积数据就可重建出动态的全脑CTA图像。既往大量研究证实CT血管成像具有高效、无创、诊断准确等优点,能迅速对脑血管疾病作出病因诊断[12]。Siebert等[3]认为4D-CTA可以直观显示相应的责任血管,并可以排除动脉瘤、动静脉畸形及动静脉瘘等其他脑血管疾病。在本研究中,36例灌注异常TIA患者有34例找到了相对应的责任血管,其中有26例为前循环血管狭窄,有4例为后循环血管狭窄,有4例为前、后循环均有血管狭窄,并在所对应的大、小脑半球发现异常灌注区;在6例CTA正常的TIA患者中,有4例全脑CTP正常,有2例全脑CTP发现左侧额叶有异常灌注区,分析其原因可能与脑血管一过性痉挛引起血流动力学变化有关。本研究发现在34例脑血管狭窄患者中,有22例血管中-重度狭窄,2例血管闭塞,但常规CT扫描未见明显缺血灶,这提示TIA患者血管狭窄为慢性狭窄或闭塞,脑血管启动自动调节机制,使狭窄远段血管代偿性扩张、侧支血管开放,以维持脑血容量在相对正常水平,即使供血动脉完全闭塞,如果建立了充分的侧支循环,其脑血流灌注仍可保持在基本正常水平,隋昕等[4]对20例大脑中动脉狭窄或闭塞患者行全脑灌注分析得出相同结论。

3.4 全脑CTP在TIA临床诊断中的优势

全脑CTP是近年来发展起来的一种脑血流功能成像技术,也是一种脑血管造影成像技术,4D-CTA-CTP实现了真正的"一站式"检查[5]。全脑CTP图能全方面、多方位评价TIA患者的血流动力学改变,观察大脑前循环和后循环的灌注情况,结合冠状位和矢状位图像,更容易发现小面积灌注异常区,并且定位比单纯轴位图像更加精确。4D-CTA可以观察颅内血管有无狭窄或闭塞、有无侧支循环形成,进一步明确TIA的病因诊断和病情严重情况。全脑CT灌注成像可以实现对TIA的全面评估,在TIA的诊断及严重程度判断中具有重要价值。

参考文献:

[1] Orrison W W Jr, Snyder K V, Hopkins L N, *et al*. Whole-brain dynamic CT angiography and perfusion imaging [J]. Clin Radiol, 2011, 66(6): 566-574.

[2] 孙刚, 李理, 李胜辉, 等. 320层容积CT全脑灌注成像技术在缺血性脑血管病中的初步应用[J]. 医学影像学杂志, 2009, 19(7): 789-792.

[3] Siebert E, Bohner G, Masuhr F, *et al*. Neuroimaging by 320-row CT: is there a diagnostic benefit or is it just another scanner? A retrospective evaluation of 60 consecutive acute neurological patients [J]. Neurol Sci, 2010, 31(5): 585-593.

[4] 隋昕, 卢洁, 李坤成, 等. 全脑CT灌注成像在大脑中动脉狭窄或闭塞中的初步应用[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25(4): 521-524.

[5] Salomon E J, Barfett J, Willems P W, *et al*. Dynamic CT angiography and CT perfusion employing a 320-detector row CT: protocol and current clinical applications[J]. Klin Neuroradiol, 2009, 19(3): 187-196.

[6] Cianfoni A, Colosimo C, Basile M, *et al*. Brain perfusion CT: principles, technique and clinical applications[J]. Radiol Med, 2007, 112(8): 1225-1243.

[7] Cohnen M, Wittsack H J, Assadi S, *et al*. Radiation exposure of patients in comprehensive computed tomography of the head in acute stroke[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27(8): 1741-1745.

[8] Lindgren A, Norrving B, Thornqvist M. Increased risk of stroke after TIA. New data support the need of urgent management [J]. Lakartidningen, 2004, 101(12): 1102-1106.

[9] Hill M D, Yiannakoulias N, Jeerakathil T, *et al*. The high risk of stroke immediately after transient ischemic attack: a population-based study[J]. Neurology, 2004, 62(11): 2015-2020.

[10] 高培毅. 脑梗死前期脑局部低灌注的CT灌注成像表现及分期[J]. 中国卒中杂志, 2008, 3(2): 115-119.

[11] 钟井松, 沈海林, 丁乙, 等. 64层CT灌注成像对短暂性脑缺血发作患者的血流动力学评价[J]. 中国医学影像学杂志, 2010, 18(5): 420-425.

[12] 何泽清, 刘国庆, 汪明全, 等. 128层螺旋CT血管成像在颈脑血管疾病中的诊断价值[J]. 第三军医大学学报, 2011, 33(7): 741-743.

(**收稿**: 2011-08-15;**修回**: 2011-09-03)

(编辑 汪勤俭)