

论 著

全脑CT灌注成像结合头颈部CTA在急性缺血性脑卒中诊断中的价值研究*

1. 西安交通大学附属红会医院
脊柱外科颈椎病区

(陕西 西安 710054)

2. 陕西省人民医院神经内二科

(陕西 西安 710068)

惠 浩¹ 葛朝元¹ 黄大耿¹
谢 瑛²

【摘要】目的 研究全脑CT灌注成像(CTP)结合头颈部CT血管成像(CTA)在急性缺血性脑卒中(AIS)诊断中的价值。方法 对我院294例疑似AIS患者依次进行CT平扫、CTP和CTA检查,计算CTP联合CTA诊断AIS灵敏度和特异度,测量CTP参数CBF、CBV、MMT和TTP,评价脑动脉血管狭窄程度,然后分析不同病变程度脑组织CBF、CBV、MMT和TTP变化情况及其与脑动脉血管狭窄程度的相关性。结果 共294例患者中最终确诊为AIS者253例(86.05%),CTP联合CTA诊断灵敏度和特异度分别为85.37%和92.68%;CTP检查发现明显灌注异常者207例,其中梗死灶194处、半暗带182处,两者同时存在173处,且梗死区CBF、CBV低于对照区和半暗带,MTT、TTP高于对照区和半暗带,差异有统计学意义($P<0.05$),半暗带CBF低于对照区,MTT和TTP高于对照区,差异有统计学意义($P<0.05$);经Pearson相关系数分析,颈内动脉和颅内动脉狭窄程度与CBF、CBV无明显相关性($P>0.05$),与MTT呈负相关性($P<0.05$),与TTP呈正相关性($P<0.05$),但相关程度均较低。结论 CTP检查可有效评估脑组织血流动力学变化和缺血严重程度,并准确区分梗死区和半暗带,CTA则可准确检测脑动脉血管狭窄部位和程度,两种方法联合应用不仅可对AIS进行准确诊断,同时还可评估病情及疗效,为临床选择合理治疗方案提供影像依据。

【关键词】缺血性脑卒中; 诊断; CT灌注成像; CT血管成像

【中图分类号】R743

【文献标识码】A

【基金项目】陕西省社会发展科技攻关项目(2015SF123)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.12.003

通讯作者: 谢 瑛

Value of Whole Brain CT Perfusion Imaging Combined with Head and Neck CTA in the Diagnosis of Acute Ischemic Stroke*

HUI Hao, GE Chao-yuan, HUANG Da-geng, et al., Department of Spine Surgery, Red Cross Hospital Affiliated to Xi'an Jiao Tong University, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China

[Abstract] **Objective** To study the value of whole brain CT perfusion imaging (CTP) combined with head and neck CT angiography (CTA) in the diagnosis of acute ischemic stroke (AIS). **Methods** A total of 294 cases of patients with suspected AIS in our hospital were given CT plain scan, CTP and CTA respectively. The sensitivity and specificity of CTP combined with CTA was analyzed. The CTP parameters of CBF, CBV, MMT and TTP were measured, and the degree of cerebral artery stenosis was evaluated. And the changes of CBF, CBV, MMT and TTP in brain tissue of different lesions and their correlation with the degree of cerebral artery stenosis were analyzed. **Results** Of 294 patients, 253 cases (86.05%) were diagnosed as AIS. The sensitivity and specificity of CTP combined with CTA were 85.37% and 92.68% respectively. The CTP examination revealed 207 cases of obviously abnormal perfusion, including 194 infarcts, 182 penumbra and 173 of existence simultaneously, and the CBF and CBV in infarct area were lower than those in control area and penumbra while the MTT and TTP were higher than those in control area and penumbra ($P<0.05$). The CBF in penumbra was lower than that in control area while the MTT and TTP were higher than those in control area ($P<0.05$). Pearson correlation coefficient analysis showed the degree of internal carotid artery and intracranial artery stenosis was not significantly correlated with CBF and CBV ($P>0.05$), and negatively correlated with MTT ($P<0.05$), and positively correlated with TTP ($P<0.05$), but the correlation degree was low. **Conclusion** CTP can effectively assess the hemodynamic changes and ischemic severity of brain tissue, and distinguish the infarct zone and penumbra accurately. CTA can accurately detect the location and degree of cerebral artery stenosis. The combination of the two methods can not only be used for accurate diagnosis of AIS, but also for assessment of condition changes, so as to provide images support for clinically treatment regimens selection.

[Key words] Ischemic Stroke; Diagnosis; CT Perfusion Imaging; CT Angiography

急需缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是由脑血管梗阻或狭窄引起局部脑组织缺血坏死并造成相应部位神经功能缺损的病变,约占全部卒中患者85%,是威胁中脑年人群生命健康的常见疾病^[1]。溶栓治疗是现阶段AIS首选治疗方案,可快速开通阻塞血管并恢复缺血部位血流灌注,快速、准确的诊断AIS并区分梗死区和缺血半暗带是患者获得有效治疗的重要前提,近年来CT血管成像(computed tomography angiography, CTA)和CT灌注成像(computed tomography perfusion, CTP)在脑血管病变诊断和治疗中的应用范围逐渐推广,有研究表明通过两种检查方法可准确直观的了解脑血管病变部位、脑组织血流动力学改变,为临床治疗提供准确参考依据^[2-3]。本文主要研究CTP结合CTA诊断AIS临床价值并利用图像和相关数据指导临床选择合理治疗方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年3月至2018年3月我院临床怀疑AIS患

者共294例,其中男性173例、女性121例,年龄46~79岁,平均(68.32±9.17)岁,所选患者接受CTP及CTA检查,并根据病情接受相应治疗,并于治疗后15d复查。纳入标准:①根据临床症状体征判断为AIS;②发病时间<12h;③年龄≤80岁;④患者及家属知晓本研究并签署同意书。排除标准:①既往脑血管病史;②CT平扫示脑出血;③此前已接受溶栓等相关治疗;④无法耐受碘造影剂;⑤因各种原因无法获得清楚或完整影像资料;⑥无法完成随访者。

1.2 检查方法

1.2.1 CTP检查:采用Toshiba Aquilion One 640层动态容积CT扫描仪先行CT平扫,然后根据结果选择CTP感兴趣层面,经肘静脉以5mL/s的速度注射对比剂碘普罗胺50mL,同时于感兴趣层面行横轴位CT扫描,参数设置如下:80kV、300mA、速度1s/360°、层厚0.5mm、扫描时间65s,共扫描20个容积数据,获得图像6400幅,导入Vitreia独立工作站进行处理,以颈内动脉床突上段为输入动脉,根据灌注异常范围,在最大病变层面选取感兴趣区(region of interest, ROI)和健侧相应区域,避开血管和脑沟,测量梗死区和半暗带基于脑血流量图(CBF)、脑血容量图(CBV)、平均通过时间(MTT)及达峰时间(TTP)等参数并进行定量分析。

1.2.2 CTA检查:CTP扫描完成后,以4mL/s追加非离子型造影剂欧乃派克80mL并行CTA检查,注药8s后开始监测,当靶血管内对比剂浓度达到高峰时实施扫描,范围为主动脉弓至颅顶,参数设置为:120kV、150mA、层厚0.625mm、间隔0.5mm、视野

180mm、矩阵512×512,将所得轴位图像导入Vitreia独立工作站,经分析重建获得最大密度投影(MIP)、多平面重建(MPR)和容积再现(VR)图像,根据NASCET提出的标准分别对颈内动脉和颅内动脉狭窄程度进行测量分级^[4]。

1.2.3 随访检查在治疗后15d内采用CT平扫对所有患者进行随访检查,分析灌注异常部位变化情况,并根据患者病情和其它辅助检查作出确诊。

1.3 观察指标 ①诊断价值:以临床综合诊断和随访结果为金标准,以CTP和CTA同时阳性为阳性,计算CTP联合CTA诊断AIS灵敏度、特异度和准确度等指标。②CTP参数:记录灌注异常区及健侧相应部位CBF、CBV、MTT、TTP和DLI等参数并比较分析。③CTA检查结果:观察CTP显示灌注异常患者在CTA检查图像中是否存在供血动脉狭窄或闭塞,明确病变位置,测量狭窄程度并进一步分析其与CTP参数之间的关系。

1.4 统计学方法 数据分析采用SPSS19.0软件。计数资料以百分比(%)表示,计数资料组间对比采用 χ^2 检验;计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立t检验,采用Pearson系数进行相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CTP联合CTA诊断AIS准确性分析 294例患者中最终确诊为AIS者253例(86.05%),CTP联合CTA诊断灵敏度和特异度分别为85.37%和92.68%,见表1。

2.2 CTP检查各参数比较分析 CTP检查发现明显灌注异常者207例,其中梗死灶194处、半

暗带182处,两者同时存在173处,且梗死区CBF、CBV低于对照区和半暗带,MTT、TTP高于对照区和半暗带,差异有统计学意义($P < 0.05$),半暗带CBF低于对照区,MTT和TTP高于对照区,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表2。

2.3 CTA检查颈内动脉和颅内动脉狭窄程度分析 CTA检查发现血管狭窄共276处,其中颈内动脉狭窄94处、颅内动脉狭窄122处、颈动脉及颅内动脉均狭窄30处,其中颈内动脉中度以上狭窄106处(85.48%),颅内动脉中度以上狭窄124处(81.58%),见表3。

2.4 脑组织灌注异常与颈内动脉、颅内动脉狭窄程度相关性分析 经Pearson相关系数分析,颈内动脉和颅内动脉狭窄程度与CBF、CBV无明显相关性($P > 0.05$),与MTT呈负相关性($P < 0.05$),与TTP呈正相关性($P < 0.05$),但相关程度均较低,见表4。

3 讨论

颈动脉粥样硬化所致狭窄或斑块脱落是AIS的主要病因,报道显示约30%~60%的患者发病与颈动脉关系密切,另有10%~20%患者由颅内动脉粥样硬化所致,AIS患者狭窄或闭塞动脉血管分布在不同地区和种族有明显差异,因此准确识别动脉狭窄或阻塞的位置、数目及严重程度等形态学信息和受累脑组织血流动力学改变对患者病情评估和治疗方案选择极为重要,近年来影像学设备和技术获得快速发展,CT、MRI和PET等多种影像检查被用于检测脑组织受累和病情进展情况,为AIS的早期诊断和疗效随访提供了快速而准确的影像学依据^[5-6]。

表1 CTP联合CTA诊断AIS的准确性

检查方法	金标准			灵敏度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)	似然比
	+	-	合计					
CTP联合CTA	+	216	3	219	85.37	92.68	98.63	50.67
	-	37	38	75				11.66
	合计	253	41	294				

表2 CTP检查梗死区和对照区各参数比较

分组	CBF [mL/(100·min)]	CBV (mL/100g)	MTT (s)	TTP (s)
梗死区	13.64±2.85*#	0.87±0.23*#	8.02±1.76*#	26.19±6.27*#
半暗带	24.17±5.06*	2.16±0.49	6.83±1.45*	21.04±4.35*
对照区	28.34±5.91	2.08±0.47	5.84±1.28	16.23±3.61

注：与对照区相比，*P<0.05；与半暗带相比，#P<0.05

表3 CTA检查颈内动脉和颅内动脉狭窄程度分析

狭窄血管	n	狭窄程度				
		I	II	III	IV	V
颈内动脉	124	6	12	47	38	21
颅内动脉	152	10	18	56	43	25

表4 脑组织灌注异常与颈内动脉、颅内动脉狭窄程度相关性分析

狭窄血管	相关性	CBF	CBV	MTT	TTP
颈内动脉	r	-0.176	-0.094	0.473	0.527
	P	0.352	0.418	0.029	0.024
颅内动脉	r	-0.298	-0.162	0.531	0.584
	P	0.107	0.237	0.018	0.012

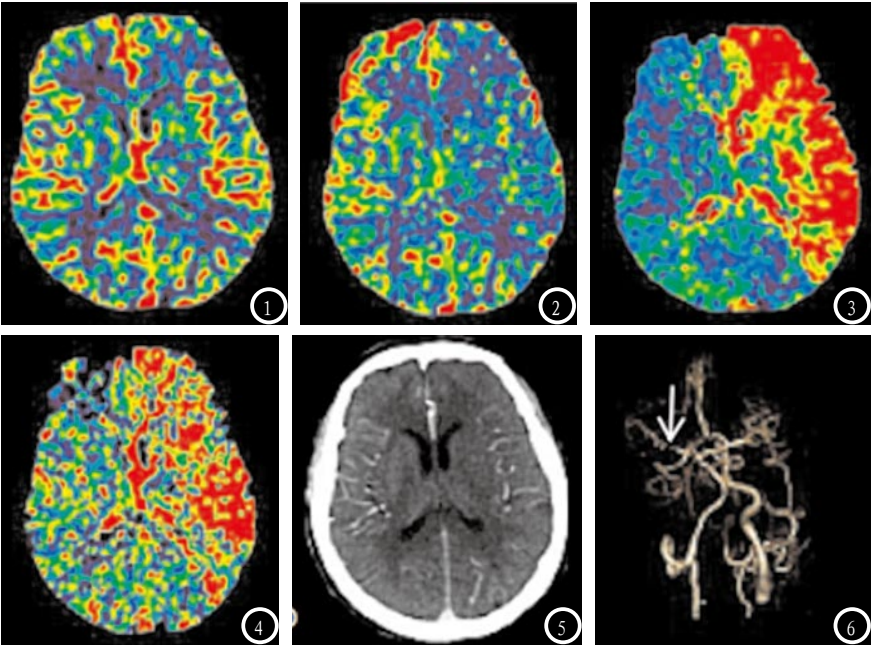


图1-6 左侧颞叶急性脑梗死，患者女性，76岁，CT平扫及增强扫描未见明显异常（图5）；CTP检查示左侧颞叶CBV无明显异常，CBF降低，MTT及TTP增加（依次为图1-4）；CTA检查示左侧大脑中动脉M1段闭塞（图6）。

数字减影血管造影(Digital Subtraction Angiography, DSA)目前仍是脑血管病变诊断的金标准，但其操作风险较高，不利于

常规开展和急诊检查；MRI检查的灌注成像(perfusion weighted imaging, PWI)和弥散成像(diffusion weighted imaging,

DWI)序列是普遍公认的能准确判断AIS患者梗死区和半暗带范围的功能性显像方法，对评估患者脑组织缺血状态、为溶栓治疗提供影像依据具有重要意义，但由于检查耗时长、费用贵且禁忌症较多，使MRI在急诊的应用受到极大限制^[7-8]。脑CTP可用于反映脑组织病理生理功状态，通过对ROI内的造影剂浓度进行连续动态扫描和后处理得到脑组织CBF、CBV、MTT和TTP灌注图像并可计算具体参数(图1-4，表2)，从而及时反映AIS发病后脑组织低灌注范围和程度，有研究表明其结果与PWI具有良好一致性，准确性已达到甚至超过MRI检查^[9]。本研究采用640层动态容积CT进行扫描，可获得清晰的全脑灌注图像，结合临床表现和CT平扫结果，能完整且准确的检出脑组织缺血病灶，结果检出梗死灶共194处、半暗带182处，比较灌注异常区域与健侧对照区CBF、CBV、MTT和TTP等参数发现，梗死区CBF、CBV及MTT明显降低，TTP显著增加；半暗带CBF明显降低，CBV无明显变化，MTT及TTP明显增加，表明CBF对脑缺血极为敏感，可准确反应脑组织缺血程度，而CBV敏感性相对较低，可用来鉴别梗死区和半暗带，MTT和TTP为时间参数，其值升高通常提示血流速度缓慢，脑组织灌注水平较低，提示脑血管狭窄或阻塞存在。CTA是非介入性血管成像检查方法，利用螺旋CT在脑动脉血管内对比剂充盈的高峰期快速连续采集数据再经过后期处理获得脑血管图像，能清晰显示颅内外动脉及其分支的解剖形态和病变情况，研究表明，CTA诊断脑动脉狭窄或阻塞总符合率达96.9%，对中重度狭窄患者可达100%^[10-11]。本研究在完成CTP检查后行CTA扫描，共检出颈内动脉

狭窄94处、颅内动脉狭窄122处、颈、颅内动脉同时狭窄30处,其中颈内动脉中度以上狭窄占85.48%,颅内动脉中度以上狭窄占81.58%,提示脑组织缺血主要由脑动脉血管中度以上狭窄造成(图6)。本研究采用Pearson系数分析脑动脉血管狭窄程度与CTP各参数相关性显示其与MTT、TTP相关程度较高,而与CBF、CBV则无明显相关性,表明脑组织缺血程度与脑动脉狭窄程度无显著相关性,其机制主要是脑组织可通过灌注压调节机制和侧支循环实现代偿功能,具有良好的脑储备能力(cerebral reserve capacity, CRC),可在一定范围内保障脑组织血流灌注,提示临床诊断脑血管病变需综合考虑动脉血管狭窄程度和脑组织缺血状态进行综合评估,为治疗提供更合理有效的参考依据^[12]。本研究以临床综合诊断和随访结果为金标准,以CTP和CTA同时阳性为阳性分析CTP联合CTA诊断AIS临床价值,结果显示其灵敏度为85.37%,特异度为92.68%,采用CT对疑似AIS患者进行“一站式”检查,不仅可为患者病情评估提供准确和详细的参考依据,而且方便快捷、安全可靠、价格低廉。

AIS现阶段首选治疗方案仍然是溶栓治疗,时间窗严格限制在4.5h内,但许多患者常无法在短时间内获得有效诊断和治疗。最新研究证实,在多模式影像检查支持下,部分患者在超时间窗(4.5~9h)进行溶栓治疗仍然有效且不明显增加并发症的发生概率,其原理是超急性期患者仍可能存在缺血半暗带,恢复血流灌注仍可一定程度逆转缺血损伤并恢复脑组织正常功能,提示根据脑组织血流动力学参数制定个体化治疗时间窗是更符合临床实际

情况的治疗方案,CTP可为治疗方案制定提供数据支持^[13-15]。本研究前半暗带CBF明显低于对照区而高于梗死区,CBV则与对照区无明显差异,因此通过分析CBV和CBV数据变化即可准确判断病变是否可逆,进而制定相应治疗方案。

综上所述,CTP检查可有效评估脑组织血流动力学变化和缺血严重程度,并准确区分梗死区和半暗带,CTA则可准确检测脑动脉血管狭窄部位和程度,两种方法联合应用不仅可对AIS进行准确诊断,同时还可评估病情变化,为临床选择合理治疗方案提供影像支持。

参考文献

- [1] 朱文珍,高培毅.重视急性缺血性脑卒中的多维度影像学[J].中华放射学杂志,2014,48(6):441-442.
- [2] 高峰,刘亦华,王旭磊,等.瑞替普酶治疗不同时间窗急性缺血性脑卒中的疗效评价[J].中华危重病急救医学,2016,28(11):1029-1031.
- [3] 杨宏志,杨如武,李延静,等.基于双源CT灌注成像对正常颅脑血流动力学的定量研究[J].中国CT和MRI杂志,2018,16(3):4-7.
- [4] Chen L, Qian Z, Chao M, et al. Reproducibility of Middle Cerebral Artery Stenosis Measurements by DSA: Comparison of the NASCET and WASID Methods[J]. Plos One, 2015, 10(6): e0130991.
- [5] 贾宏宇,许健,栾新平,等.颈动脉粥样硬化斑块的病理类型及MRI表现与缺血性脑卒中发病的关系[J].中华神经外科杂志,2013,29(12):1263-1265.
- [6] 崔若棣,易明岗. CT灌注与MR灌注加权成像评价烟雾病血管重建术对烟雾病患者短期脑血流的影响[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(11):10-12.
- [7] Amans MR, Cooke DL, Vella M, et al. Contrast staining on CT after DSA in ischemic stroke patients progresses to infarction and rarely hemorrhages[J]. Interventional

Neuroradiology Journal of Peritherautic Neuroradiology Surgical Procedures & Related Neurosciences, 2014, 20(1): 106-115.

- [8] Wahlgren N, Moreira T, Michel P, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: Consensus statement by ESO-Karolinska Stroke Update 2014/2015, supported by ESO, ESMINT, ESNR and EAN[J]. International Journal of Stroke, 2016, 11(1): 134-147.
- [9] Campbell BC, Yassi N, Ma H, et al. Imaging selection in ischemic stroke: feasibility of automated CT-perfusion analysis[J]. International Journal of Stroke, 2015, 10(1): 51-54.
- [10] Eljovich L, Goyal N, Mainali S, et al. CTA collateral score predicts infarct volume and clinical outcome after endovascular therapy for acute ischemic stroke: a retrospective chart review[J]. Journal of Neurointerventional Surgery, 2016, 8(6): 559-562.
- [11] 李星亮,杨笑一,张玉强,等.评估颈内动脉颅内段血管狭窄三种影像学方法的对比分析[J].介入放射学杂志,2014,23(4):333-336.
- [12] 周建国,孟云,马先军. ASL联合SWI对急性脑梗死侧支代偿建立状态的评估价值[J].中风与神经疾病杂志,2016,33(10):886-889.
- [13] 高峰,刘亦华,王旭磊,等.瑞替普酶治疗不同时间窗急性缺血性脑卒中的疗效评价[J].中华危重病急救医学,2016,28(11):1029-1031.
- [14] 孙士富,何国军,左其龙,等. CT灌注指导下对超时间窗前循环缺血性脑卒中动脉溶栓治疗的有效性及其安全性观察[J].中华神经医学杂志,2013,12(11):1096-1100.
- [15] 成明富,常小娜,李松,等. MSCT对脑过度灌注综合征的预测、预防以及动态观察的意义[J].罕少疾病杂志,2016,23(4):16-18.

(本文编辑:谢婷婷)

【收稿日期】2018-08-19