

论 著

脑CTP联合头颈CTA对脑卒中侧支循环诊断的价值

深圳市福田区人民医院放射科

(广东 深圳 518033)

陈志军 梁立华 林景兴

吴菊芳 冯晓荣

【摘要】目的 探讨脑CTP联合头颈CTA诊断急性缺血性脑卒中侧支循环的方法及应用价值。**方法** 收集拟诊急性脑梗死患者50例,患者完成CTA、CTP检查后及时行相关临床治疗。30天后复查头颅CT或MRI平扫。尝试以“CBV-TTP不匹配,且delay TTP>6s”方法来判断半暗带,以CBV不变或轻度升高,TTP明显延迟及CTA判断侧支循环。**结果** TP-CBV诊断半暗带敏感度95%,特异性69%;CTP诊断侧支循环与CTA比较,差异无统计学意义(P>0.05),敏感度76%,特异性81%。**结论** CBV-TTP不匹配,且delay TTP>6s”方法诊断半暗带准确性较高,CTP诊断侧支循环准确性较高。脑CTP联合头颈CTA对急性缺血性脑卒中侧支循环的诊断有较高的应用价值。

【关键词】 64层螺旋CT; CT灌注成像; CT血管成像; 急性缺血性脑卒中

【中图分类号】 R445.3; R743.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.03.014

通讯作者: 陈志军

Value of Brain CTP Combined with Head and Neck CTA on Diagnosis of Collateral Circulation of Cerebral Apoplexy

CHEN Zhi-jun, LIANG Li-hua, LIN Jing-xing, et al., Futian District People's Hospital of Shenzhen City, Guangdong China 518033

[Abstract] Objective To evaluate the methods and value in diagnosing collateral circulation of Acute ischemic stroke with CT perfusion and CT angiography. **Methods** A total of 50 patients suspected with acute cerebral infarction were collected, After underwent CTA and CTP, timely clinical treatment were took. The head CT or MRI scan was took 30 days after onset. Attempt to defind the penumbra with "CBV-TTP mismatch, and delay TTP>6s", compared with review ; and determine the collateral circulation with CBV unchanged or slightly elevated, TTP significantly delayed, compare with CTA, evaluated the diagnostic value of CTP. **Results** As CTP diagnosing penumbra , compared with the results of the review, the difference was not statistically significant (P>0.05), with a sensitivity of 95% and a specificity of 69%; As CTP diagnosing the collateral circulation , compared with CTA, the difference was not statistically significant (P>0.05), sensitivity 76% , specificity of 81%. **Conclusion** Higher accuracy was found with method "CBV-TTP does not match, and delay TTP>6s" to diagnose penumbra, as well as CTP to assess collateral circulation . CTP combined CTA for acute stroke has a high value.

[Key words] 64-slice CT; CT Perfusion Imaging; CT Angiography; Acute Cerebral Infarction

脑卒中又称脑中风,是一种突然起病的脑血液循环障碍性疾病。急性缺血性脑卒中是最常见的脑卒中类型,占全部脑卒中的60%~80%,具有高发病率、高死亡率、高致残率的三高特点,目前已成为严重危害人类健康的第一杀手。据世界卫生组织统计^[1],全世界每6个人中就有1人可能患卒中;每6秒钟就有1人死于卒中;每6秒钟就有1人因为卒中而永久致残。中国卒中发生率正在以每年8.7%的速率上升,发患者约30%死亡,70%的生存者多有偏瘫失语等残疾。中国脑血管病防治指南中已明确指出恢复和改善缺血区血流灌注是整个治疗的重心;对于急性缺血性脑卒中的治疗来说,除了时间窗内积极溶栓治疗外,侧支循环作为改善脑血流灌注的一条重要途径已获得国际学者及临床医生的广泛认可。本研究旨在探讨脑CTP(Computed Tomography Perfusion)联合头颈CTA(Computed Tomography Angiography)诊断急性缺血性脑卒中侧支循环的方法和应用价值。

1 材料与方 法

1.1 研究对象 临床资料:收集2013年9月~2014年9月广东医学院附属福田人民医院检查拟诊为急性脑梗死患者50例,男31例,女19例,年龄45~83岁,平均(67.72±9.64)岁。起病时间12小时内。临床症状及体征包括:昏迷、嗜睡、偏瘫、一侧肢体乏力、麻木、失语、头晕等。所有患者完成脑CTP联合CTA检查后及时行临床治疗。自发病始30天后行头颅CT平扫或MRI平扫复查,病例最后确诊根据临床资料及CT或MRI的复查结果。排除标准:一过性黑朦,一过性头晕等可疑短暂性脑缺血发作患者,研究对象经头颅CT平扫排除脑出血、脑肿瘤,排

除严重心、肝、肾等脏器病变，及碘过敏试验阳性。

1.2 研究方法

1.2.1 扫描方法：①CTP扫描方法：采用Siemens Somatom Sensation 64层螺旋CT扫描仪。先行颅脑常规横断面扫描，层厚7mm，间距7mm，然后选取梗死中心层面或基底节为中心40mm层厚行CTP扫描，采用德国Ulrich 高压注射器经肘静脉团注非离子型对比剂(碘帕醇注射液，37g(I))40mL及后注生理盐水20mL，采用18号针头，注射速率5mL/s。注射造影剂后延迟7s启动CTP扫描，扫描参数：80kV，300mA，间隔扫描，间隔时间为1s，扫描范围40mm。获得原始图像后在工作站进行后处理。

②CTA扫描方法：脑CTP扫描完成后间隔5分钟行头颈CTA检查，以肉眼看到颈总动脉显影时手动启动扫描，扫描范围从主动脉弓至头顶顶部。使用高压注射器经肘静脉注入碘帕醇注射液80~100mL及后注生理盐水20mL，注射速率5.0mL/s。采用螺旋扫描方式，扫描参数：电压100kV，300mA，层厚0.6mm，矩阵512×512，螺距1.2mm。获得原始图像后传输到工作站进行后处理。

1.2.2 图像处理与分析：

①CTP图像处理：对比首次CT平扫，以30天后复查CT或MRI所见新增液化灶为梗塞灶面积标准，在脑CTP图像上确定梗死中心及周围半暗带区，选择CTP图像中梗死范围最大的层面进行测量，手工勾画感兴趣区，以镜面技术测量患侧与健侧相应区的CBF(Cerebral Blood Flow, 脑血流量)、CBV(Cerebral Blood Volume, 脑血容量)、TTP(Transit Time to the Peak, 对比剂峰值时间)等

参数值，测量梗死侧和对侧TTP值，以梗死侧-健侧获得TTP延迟值(delayTTP)。比较梗死核心及半暗带的CBF、CBV、TTP参数值的敏感性。以“CBV-TTP不匹配，且delayTTP>6s”方法区分半暗带与梗死核心，并以上述复查方法为标准，评价CTP对半暗带的特异性及敏感性。“CBV-TTP不匹配”指TTP异常面积大于CBV异常面积20%。以CBV不变或轻度升高，TTP延迟为诊断依据在CTP图像上辨别侧支循环，并与CTA发现的侧支循环为标准，评价CTP诊断侧支循环的敏感性。

②CTA图像处理：以MIP(Maximum Intensity Projection, 最大密度投影)、VR(Volume Rendering, 容积显示)及探针技术等方法重建头颈血管及斑块轴位、矢状位及冠状位图像。记录侧支循环情况，诊断标准为脑动脉血管闭塞远端对比剂逆行充盈、缺血区周围丰富血管网。侧支循环在CTP图表现为CBV正常或稍升高，TTP延迟，在CTA图表现为脑动脉闭塞远端的逆向充盈及病灶区域较对侧增多的小血管网等(见图2)。

1.3 统计分析 统计方法采

表1 检验CBV、TTP异常面积匹配关系判断半暗带的敏感度与特异性

| CTP匹配结果 | 复查CT或MRI结果与CTP比较 | | 合计 |
|-----------------------------|------------------|-------|----|
| | 有半暗带 | 无半暗带 | |
| CBV面积<TTP面积 且delayTTP>6s | 35 (a) | 4 (b) | 39 |
| CBV面积=TTP面积 | 2 (c) | 9 (d) | 11 |
| 合计 | 37 | 13 | 50 |

注：采用配对设计卡方检验， $\chi^2=0.167$ ， $0.500 < P < 0.750$ ，按 $\alpha=0.05$ 水准， $P > 0.05$ ，差异无统计学意义，TTP-CBV诊断半暗带敏感度95%，特异性69%。

表2 评价CTP、CTA诊断侧支循环一致性

| CTP侧支循环 | CTA侧支循环 | | 合计 |
|---------|---------|--------|----|
| | 阳性 | 阴性 | |
| 阳性 | 22 (a) | 4 (b) | 26 |
| 阴性 | 7 (c) | 17 (d) | 24 |
| 合计 | 29 | 21 | 50 |

注：采用配对设计卡方检验， $\chi^2=0.364$ ， $0.500 < P < 0.750$ ，按 $\alpha=0.05$ 水准， $P > 0.05$ ，差异无统计学意义，CTP敏感度76%，特异性81%。

用SPSS18.0版软件。采用 χ^2 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

CTP诊断半暗带39例，复查结果确诊半暗带37例。两者比较， $\chi^2=0.167$ ， $0.500 < P < 0.750$ ，按 $\alpha=0.05$ 水准， $P > 0.05$ ，差异无统计学意义(见表1)，这种不匹配方法判断半暗带准确度较高，敏感度为95%，特异性为69%。CTP发现侧支循环26例，CTA发现侧支循环29例，两者比较 $\chi^2=0.444$ ， $0.500 < P < 0.750$ ，按 $\alpha=0.05$ 水准， $P > 0.05$ ，差异无统计学意义(见表2)，CTP敏感度84%，特异性75%。CTA共发现侧支循环29例，其中LMA(ACA-MCA)(LeptoMeninges Anastomose, 软脑膜吻合, Anterior Cerebral Artery-Middle Cerebral Artery, 大脑前动脉-大脑中动脉)11例，和LMA(MCA-PCA)(Middle Cerebral Artery-Posterior Cerebral Artery, 大脑中动脉-大脑后动脉)18例，表现为动脉闭塞远端的逆行充盈及周围较对侧增多的小血管网(见图1-10)。

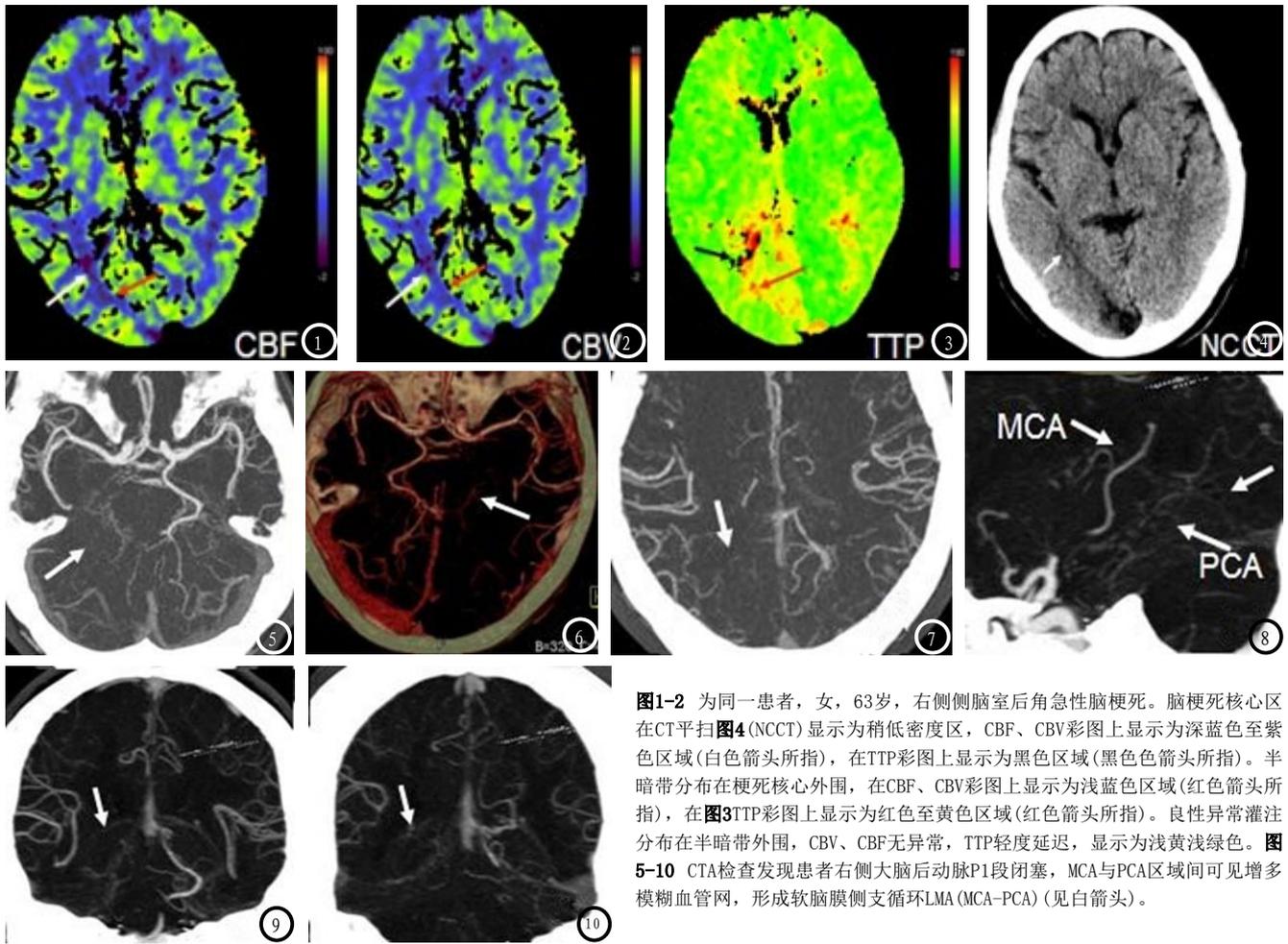


图1-2 为同一患者，女，63岁，右侧侧脑后角急性脑梗死。脑梗死核心区在CT平扫图4(NCCT)显示为稍低密度区，CBF、CBV彩图上显示为深蓝色至紫色区域(白色箭头所指)，在TTP彩图上显示为黑色区域(黑色箭头所指)。半暗带分布在梗死核心外围，在CBF、CBV彩图上显示为浅蓝色区域(红色箭头所指)，在图3TTP彩图上显示为红色至黄色区域(红色箭头所指)。良性异常灌注分布在半暗带外围，CBV、CBF无异常，TTP轻度延迟，显示为浅黄浅绿色。图5-10 CTA检查发现患者右侧大脑后动脉P1段闭塞，MCA与PCA区域间可见增多模糊血管网，形成软脑膜侧支循环LMA(MCA-PCA)(见白箭头)。

3 讨论

脑部组织大概分为三级侧支循环。一级侧支循环是wills环，即脑底动脉环，是先天发育决定的，存在变异；如果大脑前动脉和前交通动脉或者后交通动脉发育很细或者缺如，使得前循环和后循环的联系不太好，如果一侧大脑出现梗塞，另一侧的动脉就不好进行代偿。二级侧支循环就是很多血管之间的联系，包括颈内动脉和颈外动脉的联系、脑膜中动脉和颅内血管的联系、大脑前动脉和大脑后动脉末梢血管之间的联系等。三级侧支循环是新生的血管。现在发现二级侧支循环在缺血性脑血管病的发病和治疗中都起到非常重要的作用，并且和疾病的预后有密切的联系。

很多病人脑血管狭窄很严重，血管造影显示血管几乎完全闭塞，但是没有出现瘫痪等临床症状，就是因为他存在良好的侧支循环可以完全代偿。侧支循环好的患者经溶栓治疗后血管再通和再灌注的情况会更好一些。在缺血性脑卒中发病之后，临床应积极促进侧支循环来治疗，挽救缺血半暗带，减少梗死面积。

LMA (leptomeninges anastomose, 软脑膜吻合)包括两组，分别为LMA(ACA-MCA)(anterior cerebral artery-middle cerebral artery, 大脑前动脉-大脑中动脉)和LMA(MCA-PCA)(middle cerebral artery-posterior cerebral artery, 大脑中动脉-大脑后动脉)，并可以通过3个方面来评价，包括解剖形态程度、软脑膜血管显著性、

逆行灌注时间^[2]。影像图像评估人类软脑膜侧支循环，并不直接显示细小的动脉间连接，而是有赖于间接的评价软脑膜逆向充盈的发生率及程度。软脑膜动脉接受通过这些侧支循环血管获得血流。利用这个原理，常规脑血管造影DSA被作为软脑膜侧支循环评估的参考标准，当侧支循环良好时可见到对比剂从正常血管逆行充盈到闭塞的血管末端。但这是一种侵入性检查，且操作复杂，不能广泛应用于急性缺血性脑中风的检查^[3-4]。CTA是更快更简单获得脑中血管成像的方法，侧支循环在CTA上显示为血管闭塞远端的逆行充盈及增多的小血管网。Siebert及Manning^[5-6]认为CTP能够同时观察和定量评价血液动力学变化及侧支循环血管情况，存在侧支循环即表现为CBF

降低, CBV不变或甚至升高, TTP明显延迟。孙刚等^[7]发现, CBF与CBV均下降, 并MTT(mean transit time, 对比剂平均通过时间)延长者, 提示侧支循环建立不佳; 当CBF下降, CBV不变或升高, 并MTT延长, 提示侧支循环建立良好。研究^[8]发现, 在常规CTA像上显示一侧ICA(internal carotid artery, 颈内动脉)和/或MCA主干狭窄或闭塞的患者, 而动态CTA显示, 在静脉期时患侧出现大量增多的血管影, 提示患侧血流缓慢, 但尚通畅, 故血管显影延迟, 血管排空延迟, 有侧支血管形成, 此类患者预后相对良好。

CTA联合CTP能够更直观准确的诊断侧支循环。本研究CTA发现侧支循环29例, CTP发现26例, 两种方法无统计学差异($P>0.05$), CTP对侧支循环的敏感度为76%, 特异性为81%, CTP联合CTA能够以两种不同方法, 更加直观准确的显示侧支循环。CTA发现LMA(ACA-MCA) 11例和LMA(MCA-PCA) 18例, 以后者居多, CTP发现26例侧支循环。Menon等^[2]研究表明, PCA-MCA区域间软脑膜侧支在功能上较ACA-MCA区域间建立的更好。本研究结果与Menon的结论相符合。本研究发现, 侧支循环在CTP图上显示为CBF轻度降低, CBV不变或轻度升高, TTP延迟, 无侧支循环区, CBF、CBV均明显降低, 这与Siebert、Manning及孙刚等^[5-7]研究结果符合。

TTP延迟能够说明软脑膜的逆向充盈。脑动脉逆向充盈的速度很少被用来作为侧支循环状态的一个替代指标, 不像在冠状动脉血管床的血管造影研究。Menon等发现软脑膜血管逆向充盈的速率存在显著变异性。这种时间上的变化可能是软脑膜侧支循环和/或软脑膜血管自动调节能力的

功能状态的指标。我们的CTP检查也说明了这点, 在脑灌注图像上, 存在侧支循环的区域, TTP延迟 $>6s$, CBF轻度降低, 然而CBV不变甚至稍增高, 这正是归功于侧支循环血流的作用。Frolich等^[9]研究表明4D-CTA对延迟强化更敏感, 比单期CTA更能显示颅内血栓负荷及侧支循环, MIP图像显示了侧支循环的延迟显影、逆行充盈及多血管网等特点。单期CTA可以通过调整扫描速度和延迟触发时间去显示延迟的侧支循环, 然而颅内血栓通常很难被发现, 因为延迟时间长可能会降低闭塞近端脑动脉的对比剂浓度。Parthasarathy^[10]更提出了一个新颖的措施来评价中风的预后, 基于皮层静脉得分差异, 静脉增强CTA显示的静脉特征可以提供额外的侧支循环灌注表征, 并以此预测急性缺血性脑卒中的临床预后。

在本研究中, 为了提高闭塞近端动脉的对比剂浓度, 我们加大了对比剂剂量并且延迟触发。对体重较大的患者注射对比剂剂量100~120mL, 在颈动脉开始显影2~3s时触发扫描。结果是脑动静脉能够同时清楚显示, 提高了侧支循环显影能力。29例侧支循环被发现, 表现为梗死区的增多血管网, 闭塞脑动脉的逆行充盈等, 本研究结果与Frolich等^[9]的结果基本符合。但缺点是闭塞末端的逆向充盈降低了CTA对重度狭窄与完全闭塞的鉴别能力。本研究因缺乏DSA作为金标准, 可能导致CTA对侧支循环的检测存在一定的误差, 也可能因CTA扫描速度快, 同时侧支循环的逆行充盈速度较慢, 当CTA扫描结束而侧支循环还没完全充盈, 则造成CTA假阴性的结果。研究表明, 64层螺旋CT脑CTP联合头颈CTA能够较

准确的判断半暗带和侧支循环, 对急性缺血性脑卒中的早期诊断及指导临床治疗具有重要应用价值。随着CT设备的改进, 扫描Z轴的增大, 以及辐射剂量的降低, 脑CTP联合头颈CTA将会广泛应用于急性缺血性脑卒中检查。

参考文献

- [1] 卫生部脑卒中筛查与防治工程委员会. 中国卒中宣言[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2012, 12(2): 107-108.
- [2] Menon BK, O'Brien B, Bivard A, et al. Assessment of leptomeningeal collaterals using dynamic CT angiography in patients with acute ischemic stroke[J]. J Cereb Blood Flow Metab 2013, 33: 365-371.
- [3] Menon BK, Smith EE, Modi J, Patel SK, Bhatia R, Watson TW et al. Regional leptomeningeal score on CT angiography predicts clinical and imaging outcomes in patients with acute anterior circulation occlusions[J]. AJNR Am J Neuroradiol 2011, 32: 1640-1645.
- [4] Bang OY, Saver JL, Kim SJ, Kim GM, Chung CS, Ovbiagele B et al. Collateral flow predicts response to endovascular therapy for acute ischemic stroke[J]. Stroke 2011, 42: 693-699.
- [5] Manning NW, Campbell BCV, Oxley TJ, et al. Acute Ischemic Stroke: Time, Penumbra, and reperfusion[J]. Stroke. 2014, 45: 640-644.
- [6] Siebert E, Bohner G, Dewey M, et al. 320-slice CT neuroimaging: initial clinical experience and image quality evaluation[J]. Br J Radiol, 2009, 82: 561.
- [7] 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.

(下转第 67 页)