

## 论著

# CT平扫、CT灌注成像及CT血管成像对缺血性卒中脑侧支循环的诊断价值分析

河南省郑州市金水区医院神经科  
(河南 郑州 450000)

周卉芳

**【摘要】**目的 探讨CT平扫(NCCT)、CT灌注成像(CTP)及CT血管成像(CTA)对缺血性卒中脑侧支循环的诊断价值。方法 选取47例缺血性卒中患者，均于入院3d内接受多模式CT(包括NCCT、CTP、CTA等)检查，记录脑血流量(CBF)、脑血容量(VBV)、平均通过时间(MTT)、达峰时间(TTP)等CTP参数，随访患者90d后改良Rankin量表(mRS)评分，并进行相关统计学分析。结果 47例患者，多模式CT检查显示，18例无血管异常，29例存在血管狭窄或闭塞。29例存在血管狭窄或闭塞中侧支循环良好者13例(侧支循环良好组)，侧支循环不良者16例(侧支循环不良组)。侧支循环良好组病灶侧较健侧CBF明显降低( $P<0.05$ )，MTT、TTP明显延长( $P<0.05$ )，两侧CBV比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )，随访90d，患者预后良好。侧支循环不良组病灶侧较健侧CBV、CBF均明显减少( $P<0.05$ )，MTT、TTP明显延长( $P<0.05$ )，随访90d后的mRS评分显示，预后均较差。结论 NCCT、CTP、CTA联合检查对于缺血性卒中脑侧支循环评估及预后判断具有重要价值。

**【关键词】**缺血性脑卒中；CT平扫；CT灌注成像；CT血管成像

**【中图分类号】**R74

**【文献标识码】**A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.07.022

通讯作者：周卉芳

# The Value of Non-contrast CT, CT Perfusion Imaging and CT Angiography in the Diagnosis of Cerebral Collateral Circulation of Ischemic Stroke

ZHOU Hui-fang. Department of Neurology, Jinshui District, Zhengzhou City Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

**[Abstract]** **Objective** To explore the value of non-contrast CT (NCCT), CT perfusion imaging (CTP) and CT angiography (CTA) in the diagnosis of cerebral collateral circulation of ischemic stroke. **Methods** A total of 47 patients with ischemic stroke were selected and examined with multi-mode CT (NCCT, CTP, CTA) within 3d after admission. The cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (VBV), mean transit time (MTT), time to peak (TTP) and CTP were recorded. All patients were followed up for 90d, and the modified Rankin scale (mRS) scores were recorded. Related statistical analysis was performed. **Results** In the 47 patients, the multi-mode CT examination showed that there were 18 cases without vascular abnormalities and 29 cases with vascular stenosis or occlusion. In the 29 cases with vascular stenosis or occlusion, there were 13 cases with good collateral circulation (good collateral circulation group) and 16 cases with poor collateral circulation (poor collateral circulation group). The CBF of the affected side was significantly lower than that of the contralateral side in the good collateral circulation group ( $P<0.05$ ), and MTT and TTP were significantly longer than those of the contralateral side ( $P<0.05$ ), without significant difference in CBV between the two sides ( $P>0.05$ ). 90d of follow-up showed that the prognosis of patients in good collateral circulation group was good. In the poor collateral circulation group, the CBV and CBF of the affected side were significantly lower than those of the contralateral side ( $P<0.05$ ), and the MTT and TTP were significantly longer than those of the contralateral side ( $P<0.05$ ). 90d of follow-up showed that the prognosis of patients in poor collateral circulation group was poor. **Conclusion** The combined examination of NCCT, CTP and CTA is of great value in evaluating cerebral collateral circulation and the prognosis of ischemic stroke.

**[Key words]** Ischemic Stroke; Non-contrast CT; CT Perfusion Imaging; CT Angiography

缺血性卒中是常见的脑血管疾病之一，发病率、致残率、致死率均较高，严重威胁人类生命健康。研究表明，脑血管狭窄或闭塞是导致缺血性卒中的主要原因<sup>[1]</sup>。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是临床评估血管狭窄程度的金标准，但由于其具有明显创伤性、检查费用高，加之无法呈现脑组织灌注状态，使其未能在临床取得广泛应用，尤其在急性缺血性脑卒中早期诊断上具有明显局限性。多模式CT具有便捷、无创等特点，其能够从形态学及功能学上对缺血性卒中进行全面评估，了解急性缺血性卒中后脑组织灌注状态及脑侧支循环开放与建立情况，从而可为治疗方案制定提供重要指导<sup>[2]</sup>。本研究旨在探讨CT平扫(non-contrast CT, NCCT)、CT灌注成像(CT perfusion, CTP)及CT血管成像(CT angiography, CTA)对缺血性卒中脑侧支循环的诊断价值，现报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 病例来源于2015年7月~2017年12月我院收治的47例缺血性卒中患者。纳入标准：(1)符合《中国急性缺血性脑卒中

诊治指南2014》<sup>[3]</sup>中相关诊断标准；(2)首次发病，既往无卒中史；(3)于入院3d内均接受NCCT、CTP、CTA等检查，检查取得患者及家属同意；(4)脑CT或MRI证实存在脑内梗死灶，并排除脑出血及其他神经功能缺损病变；(5)临床资料完整。排除标准：(1)合并严重心、肝、肾功能障碍者；(2)合并血液系统疾病或存在出血倾向者；(3)对碘造影剂过敏者；(4)合并脑部肿瘤者。47例患者中，男32例，女15例；年龄22~80岁，平均(53.11±13.35)岁。

**1.2 检查方法** 使用德国西门子公司SOMATOM Definition 64层双源螺旋CT机，MEDRAD VISRON CT高压注射器。检查前，对患者头颈部制动，嘱患者尽量不做吞咽等细微动作，并预先告知患者检查过程中可能出现的不适症状，稳定患者情绪。检查时，先行全脑NCCT以排除脑出血、脑肿瘤病变，扫描参数：扫描电压120kV，扫描电流420mA，层厚、层距均为5mm，连续扫描获取25个图像。再行CTP联合CTA检查，由肘静脉注入50ml碘海醇(350mg I/mL)及20mL生理盐水，注射速率5.0mL/s，7s后，选定基底节区作为中心层面，连续动态灌注扫描，扫描参数：扫描电压80kV，扫描电流150mA，延迟4s，11~34s属于动脉期扫描，间隔2s，35~60s属于静脉期扫描，间隔5s，共扫描60s、19次。

**1.3 图像分析** 将扫描图像上传至Siemens后处理工作站，并采用系统软件NeuroPerfusion CT软件行图像后处理。以上矢状窦峰值顶点作为输出静脉，根据对比剂通过脑组织的时间-密度曲线(Time-Density curve, TDC)求得灌注参数，并获取脑血流量

(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)的灌注参数及图像。将TTP图像作为标准，对两侧半球伪彩图异常灌注区分布及颜色变化进行观察，划定感兴趣区(region of interest, ROI)(异常灌注范围)。若TTP图像无异常灌注，则将大脑中动脉供血区勾画为ROI。勾画ROI时应尽可能避开脑沟、脑室及梗死区域等。于灌注异常区和对侧镜像区选取ROI予以测量，获取2个连续层面的绝对灌注值，并求得均值，定量分析各灌注参数，对比分析灌注异常区及对侧感兴趣区灌注参数。再根据容积数据生成血管减影图像，获取4D-CTA图像，并获取CTA-SI图像。重建4D-CTA图像。根据动态CTA评估血管狭窄情况及脑侧支循环状态。脑梗死灶最终诊断由复查头颅CT低密度灶或MRI T2WI高信号区确定，血管狭窄情况、侧支循环状态由随访时CTA或MRA为标准。由2名具有影像科副主任医师共同阅片，意见出现分歧时，经讨论取得一致。

**1.4 评估标准** 脑侧支循环状态：由脑动脉狭窄程度或闭塞远端血管重建情况进行评估，脑

血管狭窄程度或闭塞远端血管≥50%，判定为脑侧支循环良好；脑血管狭窄程度或闭塞远端血管<50%，判定为脑侧支循环不良。预后判断：出院90d后对所有患者完成随访，根据改良Rankin量表(modified rankin scale, mRS)评分结果进行评估预后，mRS评分为0~2分表示预后良好，mRS评分为3~6分表示预后不良。

**1.5 统计学方法** 应用SPSS20.0软件处理研究数据，计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )进行描述，组间比较行t检验；以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 动态CTA** 所有患者均取得良好动态CTA图像，以脑动脉最佳时期CTA图像为标准，本组47例缺血性卒中患者，18例脑血管无明显异常，29例显示脑血管存在狭窄或闭塞(其中5例属于颈内动脉闭塞，23例属于前循环动脉狭窄或闭塞，1例属于后循环动脉狭窄或闭塞)。29例脑血管狭窄或闭塞患者中，13例脑侧支循环良好(侧支循环良好组)，16例脑侧支循环不良(侧支循环不良组)。本组47例缺血性卒中患者中，22例随访完成头部CTA或MRA检查，随访结果和动态CTA保持一致。

**表1 侧支循环良好组(n=13)病灶侧与健侧ROI区灌注参数分析(  $\bar{x} \pm s$  )**

组别	CBV (mL/100g)	CBF (mL/100g/min)	MTT (s)	TTP (s)
病灶侧	2.52 ± 0.49	54.89 ± 3.92	5.15 ± 1.42	19.51 ± 4.56
健侧	2.59 ± 0.53	62.74 ± 2.08	3.21 ± 0.88	14.01 ± 3.19
t	0.350	6.378	4.187	3.563
P	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05

**表2 侧支循环不良组(n=16)病灶侧与健侧ROI区灌注参数分析(  $\bar{x} \pm s$  )**

组别	CBV (mL/100g)	CBF (mL/100g/min)	MTT (s)	TTP (s)
病灶侧	1.73 ± 0.43	51.36 ± 4.36	4.62 ± 0.75	23.66 ± 6.29
健侧	3.51 ± 0.29	66.87 ± 2.34	2.86 ± 0.31	11.35 ± 2.13
t	13.728	12.538	8.675	8.294
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

表3 侧支循环良好组与侧支循环不良组病灶侧相关参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	CBV (mL/100g)	CBF (mL/100g/min)	MTT (s)	TTP (s)	最终脑梗死灶体积 (ml)	90d mRS评分
侧支循环良好组	13	2.52 ± 0.49	54.89 ± 3.92	5.15 ± 1.42	19.51 ± 4.56	5.86 ± 1.54	1.53 ± 0.37
侧支循环不良组	16	1.73 ± 0.43	51.36 ± 4.36	4.62 ± 0.75	23.66 ± 6.29	17.31 ± 4.31	4.14 ± 0.94
t		4.623	2.267	1.291	1.989	16.019	9.410
P		<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05

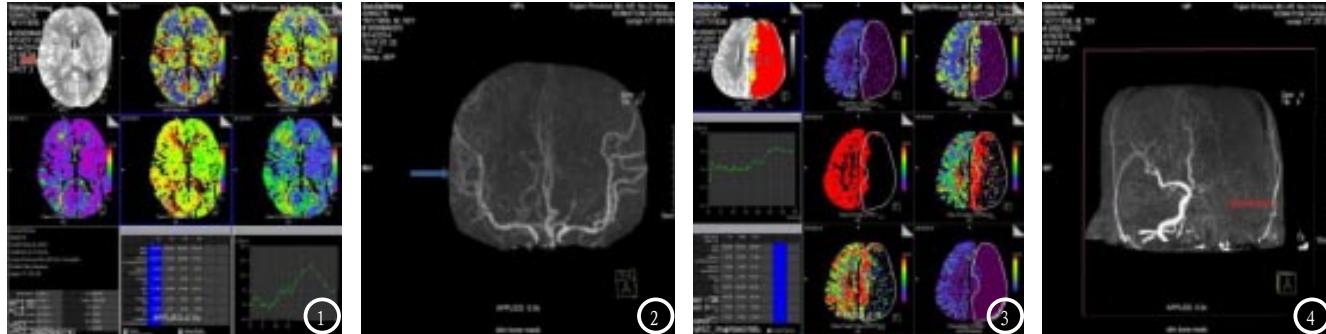


图1-2 患者，男，57岁，以“左上肢无力5h”入院，予以溶栓后行多模式CT（NCCT、CTP、CTA等）检查。图1，CTP显示右脑半球CBV轻微增高，CBF轻微下降，MTT、TTP均延长，CTA-SI显示右脑血管影增多（如红箭头示）。图2，CTA显示右脑动脉远端血管密集（如蓝箭头示）。图3-4 患者，男，61岁，以“突发右侧肢体无力伴言语不清”入院就诊，行多模式CT（NCCT、CTP、CTA等）检查。图3，CTP显示左脑半球CBV、CBF均明显下降，MTT、TTP无法测定。图4，CTA显示左颈内动脉颅内段、左侧大脑中动脉未见显影（如红箭头所示）；经溶栓治疗，症状未见改善，行头颅CT复查，血管仍阻塞，入院第3d患者由于脑疝而死亡。

**2.2 CTP参数** 本组47例患者，均取得良好CTP图像，其中3例图像参数无异常，后根据临床表现，并经头部MRI检查均确诊为短暂性脑缺血发作，诊断敏感度为93.62% (44/47)，头部CTP显示脑组织灌注异常改变，特异度为100.00% (3/3)，CTP未显示脑组织灌注异常改变，行头部MRI复查亦未显示新鲜梗死灶。

**2.3 侧支循环良好组灌注参数分析** 与健侧比较，病灶侧CBF明显降低( $P < 0.05$ )，MTT、TTP明显延长( $P < 0.05$ )，两侧CBV比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )，见表1；对这些患者行头部CT或MRI随访复查显示，最终梗死灶与脑灌注参数图异常灌注区相比明显减少（典型病例见图1-2），随访90d后mRS评分显示，预后均良好(mRS评分≤2分)。

**2.4 侧支循环不良组脑灌注参数分析** 与健侧比较，侧支循环不良组病灶侧CBV、CBF均明显减少( $P < 0.05$ )，MTT、TTP明显延长( $P < 0.05$ )。见表2；这些患者于出院前均行头颅CT或MRI复查显

示，最终梗死灶与脑灌注参数图异常灌注区保持一致（典型病例见图3-4）；随访90d后的mRS评分显示，预后均较差(mRS评分>2分)。

**2.5 侧支循环良好组与侧支循环不良组病灶侧相关参数比较** 与侧支循环不良组比较，侧支循环良好组病灶侧CBV、CBF明显增大( $P < 0.05$ )，最终梗死灶明显减少( $P < 0.05$ )，90d mRS评分明显降低( $P < 0.05$ )，两组MTT、TTP比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表3。

### 3 讨 论

脑血管狭窄或闭塞后，各级侧支循环随之建立，脑内血流经新开放的侧支循环流通，以维持局部脑血流灌注平衡，代偿脑组织缺血状态。研究表明，TTP延长多是由局部脑血流量减少或侧支循环代偿所引起，故可用于评估侧支循环状态，其变化可敏感反映脑缺血反应<sup>[4]</sup>。有学者认为，当局部脑血流正常或略微减

少时，血液在该区域经过的时间增加，即为TTP延长<sup>[5]</sup>。本研究结果显示，侧支循环良好组CTP图像表现为：CBV基本正常，CBF明显减小，MTT、TTP明显延长；而侧支循环不良组则表现为：CBV、CBF均明显减小，MTT、TTP明显延长；这与相关报道类似<sup>[6]</sup>。提示当CBF降低，而CBV基本保持正常时，TTP延长反映着脑局部血流减慢或侧支循环取得良好建立。

此外，多模式CT下的CTA能够显示大部分颅内血管，可从多个方向呈现脑血管情况，并能够实时观察造影剂充盈过程，所取得的成像效果在某种程度上与DSA类似<sup>[7]</sup>。本研究中，所有患者均取得良好动态CTA图像，并显示29例脑血管存在狭窄或闭塞，其中13例侧支循环建立良好，16例未能及时形成良好侧支循环，且部分患者(22例)完成头部CTA或MRA随访检查，证实了动态CTA评估结果的准确性。研究表明，侧支循环的良好建立，可代偿脑组织缺血状态，减小脑梗死范围，减轻脑神经功能损伤，预后较好<sup>[8]</sup>。本

研究中，侧支循环良好组最终脑梗死灶体积明显小于侧支循环不良组，90d mRS评分明显低于侧支循环不良组，这与上述研究相符。

综上所述，NCCT、CTP、CTA联合的多模式CT能够清晰显示脑血管动脉狭窄或闭塞及侧支循环建立情况，有助于脑梗死体积评估及预后判断，对临床诊疗有着重要指导意义。本研究存在不足，即属于小样本量、单中心的回顾性研究，可能存在系统误差，其研究结果有待开展大样本量、多中心的前瞻性随机对照研究加以验证。此外，由于条件限制，未对患者进行DSA检查，缺乏血管评估的金标准。今后会针对这些不足，设计更为完善的研究

进一步探讨多模式CT的临床应用价值。

## 参考文献

- [1] 张卫清, 石进, 张英谦, 等. 中青年缺血性卒中脑动脉狭窄分布及危险因素分析[J]. 临床神经病学杂志, 2016, 29(1): 23-26.
- [2] 陈志军, 梁立华, 林景兴, 等. 脑CTP联合头颈CTA对脑卒中侧支循环诊断的价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(3): 44-47.
- [3] 中华医学会神经病学分会. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2014[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(4): 246-257.
- [4] 张宗权, 刘文军, 刘克平. 新生儿缺氧缺血性脑病的临床与CT诊断价值[J]. 罕少疾病杂志, 2016, 23(4): 27-28.
- [5] Burton K R, Dhanoa D, Aviv R I, et al. Perfusion CT for

Selecting Patients with Acute Ischemic Stroke for Intravenous Thrombolytic Therapy [J]. Radiology, 2015, 274(1): 103-114.

- [6] Chuang Y M, Chan L, Lai Y J, et al. Configuration of the circle of Willis is associated with less symptomatic intracerebral hemorrhage in ischemic stroke patients treated with intravenous thrombolysis [J]. Journal of Critical Care, 2013, 28(2): 166-172.
- [7] 陈雪梅. 多模式CT在评估急性缺血性卒中脑侧支循环中的应用[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12(8): 715-719.
- [8] 高聚, 姜华, 肖展翅. 急性期缺血性脑梗塞患者CT与MRI检查结果比较分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(3): 30-32.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】 2018-01-29

(上接第 25 页)

## 参考文献

- [1] 刘艳, 赵玲变, 杨培枝, 等. 早孕期胎儿静脉导管频谱异常在胎儿心脏畸形筛查中的价值[J]. 中国药物与临床, 2016, 16(10): 1440-1441.
- [2] 马语红, 师叔静, 孙鸽, 等. 早孕期超声筛查胎儿重大心血管系统畸形的研究进展[J]. 中国妇幼保健, 2016, 31(14): 2985-2988.
- [3] 刘晓星. 产前超声诊断在基层医院胎儿畸形筛查中的应用价值[J]. 山西医药杂志, 2017, 46(22): 2737-2739.
- [4] 胡剑, 王相玉, 何媛, 等. 超声及MRI诊断胎儿中枢神经系统畸形灵敏度、特异度比较[J]. 现代仪器与医疗, 2016, 22(4): 4-5.
- [5] 刘振兴, 周江英. 胎儿超声心动图多切面图像的临床应用和价值[J]. 重

- 庆医学, 2017, 46(21): 2991-2993.
- [6] 董静. 胎儿心脏畸形初步检查与筛查指南在不同技术级别的超声医师中的应用价值[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(B05): 149-150.
- [7] 罗德清, 陈欣林, 朱霞, 等. 产前超声和MRI在诊断胎儿畸形中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(4): 586-590.
- [8] 黄梅凤, 黄婷. 二维超声联合四维超声在产前筛查胎儿畸形中的临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2016, 26(10): 1942-1943.
- [9] 安县朝, 薛菁, 尚小轶. 四腔心切面加声束头侧偏转法对胎儿心脏畸形的筛查价值[J]. 陕西医学杂志, 2016, 45(1): 30-32.
- [10] 刘伟亮, 郑英娟, 陆海永, 等. 超声心动图在胎儿先天性心脏病诊断中的临床价值[J]. 中国医药导报, 2017, 14(7): 107-109.
- [11] 周钰昆, 王凤兰, 张金辉, 等. 胎儿心脏超声检查在产前筛查

中的应用[J]. 中国妇幼保健, 2016, 31(23): 5178-5180.

- [12] 胡密淑, 胡芯端. 胎儿超声心动图用于先天性心脏病产前诊断中的临床价值研究[J]. 中国优生与遗传杂志, 2016, 24(6): 87-88+2.
- [13] 曹伊. 磁共振不同成像序列在产前胎儿诊断成像质量的比较研究[J]. 西南国防医药, 2017, 27(1): 62-66.
- [14] 张弘, 胡立伟, 王谦, 等. 径向K空间采样技术在胎儿心脏磁共振成像中的应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2016, 33(6): 580-583.
- [15] 周成礼, 衣晓明, 袁季兰, 等. 超声与MRI在胎儿心脏畸形筛查中的应用研究[J]. 临床超声医学杂志, 2017, 19(8): 535-539.

(本文编辑: 黎永滨)

【收稿日期】 2018-03-18