

论 著

## 256层CT灌注成像对急性脑梗死侧支循环的评估价值\*

陈 阳<sup>1,\*</sup> 徐爱民<sup>1</sup> 田成斌<sup>1</sup>  
李 宁<sup>2</sup>

1.平煤神马医疗集团总医院放射科

2.平顶山市中医医院放射科

(河南 平顶山 467000)

**【摘要】目的** 分析256层CT灌注成像(CTPI)对急性脑梗死侧支循环的评估价值。**方法** 回顾性分析2021年10月至2023年10月我院收治的74例急性脑梗死患者临床资料,均接受CTPI检查,按照侧支循环情况分为侧支循环良好组(44例)、侧支循环不良组(30例),比较两组一般资料、健侧与患侧灌注参数[脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、达峰时间阈值(TTP)和平均通过时间(MTT)],入院时、治疗7d后的神经功能缺损程度[美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)]及短期预后。**结果** 两组性别比较有统计学差异( $P<0.05$ ),年龄、入院血压、合并症等比较无统计学意义( $P>0.05$ )。侧支循环良好组患侧CBV、TTP、MTT均明显高于健侧( $P<0.05$ );侧支循环不良组患侧CBF明显低于健侧, TTP及MTT明显高于健侧( $P<0.05$ )。侧支循环良好组CBV、MTT明显高于侧支循环不良组( $P<0.05$ ),两组CBF、TTP比较无明显差异( $P>0.05$ )。治疗7d后,两组NIHSS评分均显著降低( $P<0.05$ ),且侧支循环良好组入院时、治疗7d后的评分均明显低于侧支循环不良组( $P<0.05$ )。出院3个月内,侧支循环良好组改良Rankin量表评分及脑梗死再发率均明显低于侧支循环不良组( $P<0.05$ )。**结论** 256层CTPI能准确评估急性脑梗死侧支循环的开放程度,且良好的侧支循环可为临床制定个体化治疗方案提供更全面影像学依据,对改善患者预后具有重要价值。

**【关键词】** 急性脑梗死;侧支循环;CT灌注成像;灌注参数;神经功能缺损程度;改良Rankin量表

**【中图分类号】** R651.1

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 2022年度河南省中医药科学研究专项课题项目(2022ZY2067)

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.003

## Evaluated Value of 256-slice CT Perfusion Imaging on Collateral Circulation in Acute Cerebral Infarction\*

CHEN Yang<sup>1,\*</sup>, XU Ai-min<sup>1</sup>, TIAN Cheng-bin<sup>1</sup>, LI Ning<sup>2</sup>.

1.Department of Radiology, Pingmei Shenma Medical Group General Hospital, Pingdingshan 467000, Henan Province, China

2.Department of Radiology, Pingdingshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Pingdingshan 467000, Henan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the evaluated value of 256-slice CT perfusion imaging (CTPI) on collateral circulation in acute cerebral infarction. **Methods** The clinical data of 74 patients with acute cerebral infarction were retrospectively analyzed in our hospital from October 2021 to October 2023. All patients received CTPI examination. According to the collateral circulation status, the patients were classified into good collateral circulation group (44 cases) and poor collateral circulation group (30 cases). The general data, perfusion parameters of the healthy side and the affected side [cerebral blood volume (CBV), cerebral blood flow (CBF), time to peak (TTP), mean transit time (MTT)], neurological deficit degree [National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)] at admission and after 7 days of treatment and short-term prognosis were compared between groups. **Results** There was a statistical difference in gender between the two groups ( $P<0.05$ ), but there were no statistically significant differences in age, blood pressure at admission and comorbidity ( $P>0.05$ ). In good collateral circulation group, the CBV, TTP and MTT of the affected side were significantly higher than those of the healthy side ( $P<0.05$ ). In poor collateral circulation group, the CBF of the affected side was significantly lower while the TTP and MTT were significantly higher than those of the healthy side ( $P<0.05$ ). The CBV and MTT in good collateral circulation group were significantly higher than those in poor collateral circulation group ( $P<0.05$ ). There were no significant differences in CBF and TTP between groups ( $P>0.05$ ). After 7 days of treatment, the NIHSS score in both groups was declined significantly ( $P<0.05$ ), and the scores in good collateral circulation group at admission and after 7 days of treatment were significantly lower compared with those in poor collateral circulation group ( $P<0.05$ ). Within 3 months after discharge, the modified Rankin scale score and recurrence rate of cerebral infarction in good collateral circulation group were significantly lower compared to poor collateral circulation group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** 256-slice CTPI can accurately evaluate the opening degree of collateral circulation in acute cerebral infarction, and good collateral circulation can provide more comprehensive imaging basis for clinical formulation of individual treatment regimen, and it is of great value on improving the prognosis of patients.

**Keywords:** Acute Cerebral Infarction; Collateral Circulation; CT Perfusion Imaging; Perfusion Parameters; Neurological Deficit Degree; Modified Rankin Scale

侧支循环形成是影响急性脑梗死患者预后的关键因素之一,良好的侧支循环对减小梗死体积、提高血管再通成功率、降低梗死复发率等均有积极作用<sup>[1]</sup>。目前,针对急性脑梗死的治疗时间窗虽一再延长,但大部分患者仍受其限制无法直接进行血管再通治疗,此时快速、准确评估侧支循环开放程度对指导临床治疗尤为重要<sup>[2]</sup>。临床中用于评估侧支循环的影像学方法有很多,其中以数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)为“金标准”,但DSA检查费用高且有创,临床应用受限<sup>[3]</sup>。CT灌注成像(CT perfusion imaging, CTPI)参数稳定、方法简便,能较准确反映脑组织微循环功能,利于提高对梗死体积、梗死灶预测的准确性,但有关急性脑梗死侧支循环评估方面尚缺少深入研究<sup>[4]</sup>。基于此,本研究旨在分析256层CTPI对急性脑梗死侧支循环的评估价值,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析2021年10月至2023年10月我院收治的74例急性脑梗死患者临床资料。

**纳入标准:** 经脑部CT或核磁共振成像等检查符合急性脑梗死诊断标准<sup>[5]</sup>;首次发病,且发病至入院治疗时间 $<48$ h;年龄在18-80岁之间;均接受CTPI检查,且影像学图像清晰。排除标准: 双侧脑梗死、后循环脑梗死、出血性脑梗死及大面积陈旧性脑梗死者;合并其他脑血管疾病者,如大动脉炎、动脉畸形、颅内肿瘤等;本次发病前改良Rankin量表(mRs)<sup>[6]</sup>评分 $>2$ 分;合并心、肝、肾等严重基础疾病;禁忌或无法耐受CTPI检查者;临床资料不全者。

## 1.2 方法

1.2.1 治疗 入院后均立即给予抗血小板聚集、改善循环、控制血糖、血压等对症治疗。

1.2.2 CTPI检查 使用飞利浦256层ICT先行头颅CT平扫(主要扫描参数:电压120kV、电

【第一作者】陈 阳,女,主管技师,主要研究方向:医学影像。E-mail: 13937599087@163.com

【通讯作者】陈 阳

流100mA、层厚5mm、层距5mm), 确定病变中心层面后切换成全脑灌注成像模式行CTPI扫描(主要扫描参数: 电压80kV、电流100mA、层厚5mm、层距5mm、扫描范围129 mm), 采用CT专用双筒高压注射器于患者肘静脉快速团注对比剂(优维显或碘必乐, 40~50mL, 流率为5~6mL/s), 同步启动扫描, 采用连续螺旋扫描方式, 速率为2s/期, 共扫描15期。结束后将图像传到EBW工作站, 应用CT功能灌注软件进行处理分析, 获取各项灌注参数伪彩图, 包括脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、达峰时间阈值(TTP)和平均通过时间(MTT)。全部图像及数据的测取均由2名经验丰富的神经影像医生神经影像医师采用双盲法完成, 意见不统一时协商解决。

1.2.3 侧支循环评估及分组 参考轴向最大密度投影法对缺血区域侧支循环进行量化评分, 分为无可见血管(0分)、仅1个时相有少量可见血管(1分)、软膜血管充盈延迟1个时相且部分区域无可见血管(2分)、软膜血管充盈延迟1个时相且充盈血管数较少(3分)、软膜血管充盈延迟1个时相但充盈程度正常(4分)、软膜血管充盈没有延迟且充盈程度正常(5分)<sup>[7]</sup>。其中评分为0~3分者纳入侧支循环不良组, 4~5分者纳入侧支循环良好组。

1.3 观察指标 (1)一般资料: 收集并比较两组患者一般资料, 包括年龄、性别、入院血压、合并症等。(2)灌注参数: 比较两组入院时健侧、患侧CBV、CBF、TTP、MTT。(3)神经功能缺损程度: 入院时、治疗7d后采用美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)<sup>[8]</sup>评估并比较两组神经功能缺损程度。(4)短期预后: 出院后对患者进行为期3个月的电话或门诊随访, 于末次随访时行mRs评分, 并记录随访期间终点事件发生情况。终点事件定义为经头颅CT或核磁共

振成像等检查确诊为责任血管范围内脑梗死再发。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0统计学软件, 计量资料中数据均符合正态分布, 以( $\bar{x} \pm s$ )形式表示, 比较采用t检验; 计数资料用n(%)表示, 比较采用卡方检验。P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组一般资料比较 纳入患者中, 侧支循环良好组44例, 侧支循环不良组30例, 两组性别比较有统计学差异(P<0.05), 年龄、入院血压、合并症等比较无统计学意义(P>0.05)。见表1。

2.2 两组健侧与患侧灌注参数比较 侧支循环良好组患侧CBV、TTP、MTT均明显高于健侧(P<0.05); 侧支循环不良组患侧CBF明显低于健侧, TTP及MTT明显高于健侧(P<0.05)。详见表2。

2.3 两组患侧灌注参数比较 侧支循环良好组CBV、MTT明显高于侧支循环不良组(P<0.05), 两组CBF、TTP比较无明显差异(P>0.05)。见表3。

2.4 两组神经功能缺损程度比较 治疗7d后, 两组NIHSS评分均显著降低(P<0.05), 且侧支循环良好组入院时、治疗7d后的评分均明显低于侧支循环不良组(P<0.05)。见表4。

2.5 两组短期预后情况比较 出院3个月内, 侧支循环良好组mRs评分及脑梗死再发率均明显低于侧支循环不良组(P<0.05)。见表5。

2.6 典型病例图 患者李某, 男, 52岁, 以左侧肢体无力入院, CT平扫发现右侧额颞枕顶叶及放射冠区散在急性期脑梗塞, 左侧放射冠区梗塞灶, CTPI提示考虑右侧大脑半球整体较对侧低灌注并侧支可代偿(CBV增高, CBF基本相仿, TTP及MTT延长或明显延长), 双侧小脑半球无明显差异。见图1-图4。

表1 两组一般资料比较[n(%)]

项目	侧支循环良好组 (n=44)	侧支循环不良组 (n=30)	t/ $\chi^2$ 值	P值
年龄(岁)	58.62±10.17	61.81±8.53	1.412	0.162
性别(n)				
男	23(52.27)	25(83.33)	7.551	0.006
女	21(47.73)	5(16.67)		
入院收缩压(mmHg)	141.52±20.53	145.91±19.61	0.919	0.361
入院舒张压(mmHg)	85.77±12.19	88.13±13.02	0.795	0.429
高血压(n)	34(77.27)	26(86.67)	1.026	0.311
糖尿病(n)	17(38.64)	16(53.33)	1.559	0.212
吸烟史(n)	10(22.73)	11(36.67)	1.705	0.192
饮酒史(n)	18(40.91)	16(53.33)	1.109	0.292

表3 两组患侧灌注参数比较

指标	侧支循环良好组 (n=44)	侧支循环不良组 (n=30)	t值	P值
CBV(mL/100g)	4.15±1.03	3.43±0.85	3.162	0.002
CBF[mL/min·100g]	36.81±7.22	34.94±6.76	1.122	0.266
TTP(s)	18.49±4.58	20.65±5.13	1.897	0.062
MTT(s)	9.72±2.19	8.06±1.94	3.429	0.001

表4 两组神经功能缺损程度比较(分)

组别	n	NIHSS评分		t值	P值
		入院时	治疗7d后		
侧支循环良好组	44	5.24±1.31	1.65±0.43	17.271	<0.001
侧支循环不良组	30	6.88±1.67	2.92±0.72	11.927	<0.001
t值		4.726	9.493		
P值		<0.001	<0.001		

表2 两组患侧与健侧灌注参数比较

指标	侧支循环良好组(n=44)		侧支循环不良组(n=30)	
	健侧	患侧	健侧	患侧
CBV(mL/100g)	3.41±0.67	4.15±1.03 <sup>a</sup>	3.22±1.11	3.43±0.85
CBF[mL/min·100g]	37.89±7.37	36.81±7.22	39.31±7.55	34.94±6.76 <sup>a</sup>
TTP(s)	16.48±4.12	18.49±4.58 <sup>a</sup>	15.97±3.87	20.65±5.13 <sup>a</sup>
MTT(s)	7.24±1.81	9.72±2.19 <sup>a</sup>	6.72±1.66	8.06±1.94 <sup>a</sup>

注: 与同组健侧比较, <sup>a</sup>P<0.05。

表5 两组短期预后情况比较[n(%)]

组别	n	mRs评分(分)	脑梗死再发(n)
侧支循环良好组	44	1.58±0.40	4(9.09)
侧支循环不良组	30	2.71±0.62	9(30.00)
t/ $\chi^2$ 值		9.538	5.385
P值		<0.001	0.020

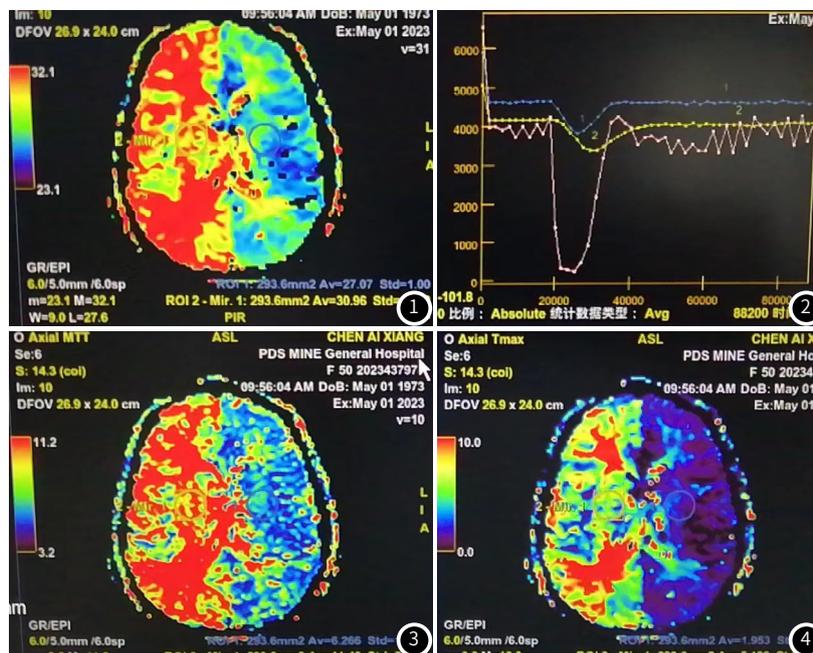


图1-图4 急性脑梗死患者CTPI图。

### 3 讨论

急性脑梗死约占脑部疾病70%左右，是中老年人常见疾病之一，以半身不遂、失语、意识改变等为主要临床表现，因其起病突然，而脑部神经细胞对缺血缺氧的耐受度低于一般体细胞，若治疗不及时则致残及死亡风险均较高，故需尽早缓解患者脑组织受损情况<sup>[9]</sup>。侧支血管存在于大多数组织中，其主要作用是可改变血流路径，已有多项研究表明良好的侧支循环可一定程度上维持脑灌注状态，进而对缺血的脑组织起到明确保护作用，适当延长治疗时间窗<sup>[10-11]</sup>。因此，安全、快速且准确地评估侧支循环状态对改善脑梗死患者预后具有重要意义。本研究发现，相较于侧支循环不良组，侧支循环良好组的男性占比更低。这可能与男性患者生活习惯有关，如吸烟、饮酒等可使其血管损害加重，进而影响侧支血管状态<sup>[12]</sup>。

CTPI作为一项新兴医疗检查技术，可通过相应软件重建出多个脑灌注参数对侧支循环进行评估，其中CBF是指感兴趣区毛细血管血流量，当脑梗死发生后，机体相应出现免疫调节机制紊乱、急性炎症反应等情况，促使血管内皮受到损伤，血流速度变慢，出现机械性狭窄或堵塞，进而导致流经相应脑组织区域的血流量下降，CBF降低；TTP是指感兴趣区含造影剂的血液流量达到峰值的时间，可评估脑血管储备能力，一般在缺血情况下，TTP表现为延长，且延长情况与灌注损伤密切相关；MTT是指脑部血管结构中含有造影剂的血液通过时间，若时间较长，表明血液在其间停留的时间较长，提示微循环可能出现障碍；CBV是指感兴趣区血液容量，是通过中心容积定律计算得出，即 $CBV=CBF \times MTT$ ，反映了三者之间的关系<sup>[13-14]</sup>。本研究结果显示，侧支循环良好组患侧CBV高于健侧，TTP、MTT长于健侧，而侧支循环不良组患侧CBF低于健侧，TTP及MTT高于健侧，这表明脑梗死一旦发生，缺血区域脑组织灌注参数的改变要比健侧明显，这与耿子扬等<sup>[15]</sup>研究结果相似。可能因为当缺血区域脑灌注下降时侧支循环代偿逐渐建立，促使各参数发生代偿性改变，但当缺血脑组织面积和血管狭窄持续增加超出代偿极限后，可导致CBV不增反降，CBF也会相应降低。进一步研究发现，侧支循环良好组CBV、MTT明显高于侧支循环不良组，提示侧支循环不良组缺乏侧支循环的代偿，可能是侧支循环的减少导致脑部血容量降低，则通过血管的对比剂较少，通过的时间更短。此外，本研究显示侧支循环良好组入院时、治疗7d后的评分及出院3个月内的mRs评分、脑梗死再发率均明显低于侧支循环不良组，表明建立良好的侧支循环能显著改善患者治疗效果和预后，这与张文

等<sup>[16]</sup>研究结论一致。这可能是因为，侧支循环不良组脑组织缺血缺氧情况较严重，而侧支循环较少甚至缺失，这不仅可降低缺血区后续恢复的可能性，还会增加新发脑梗死风险。建议临床针对高危人群的治疗，可根据患者情况给予改善脑侧支代偿能力的药物以减少脑梗死复发。

综上所述，256层CTPI能准确评估急性脑梗死侧支循环的开放程度，且良好的侧支循环可为临床制定个体治疗方案提供更全面影像学依据，对改善患者预后具有重要价值。

### 参考文献

- [1] 邢鱼, 陈艳, 刘芮. 三维动脉自旋标记技术评估急性脑梗死病人侧支循环形成的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(19): 3616-3620.
- [2] 钟川, 田水攀, 吴继祥, 等. 不同时间窗支架取栓系统治疗前循环急性脑梗死的效果及预后分析[J]. 实用医院临床杂志, 2023, 20(1): 89-92.
- [3] 罗素金, 魏新华, 廖玉婷. 贝叶斯算法灌注参数对急性缺血性脑卒中患者侧支循环的评估价值[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(3): 368-372.
- [4] 张哲宇, 徐良颖, 江秉泽, 等. 基于CT灌注成像评估侧支循环在急性缺血性脑卒中取栓前后脑梗死进展及预后评估中的应用[J]. 中华神经医学杂志, 2021, 20(1): 8-15.
- [5] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 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.
- [6] 彭静, 黄志香, 厉彦新, 等. MRI影像组学评估急性脑梗死患者临床预后的价值[J]. 分子影像学杂志, 2023, 46(1): 28-32.
- [7] Menon B K, D'esterre C D, Qazi E M, et al. Multiphase CT angiography: a new tool for the imaging triage of patients with acute ischemic stroke[J]. Radiology, 2015, 275(2): 510-520.
- [8] 徐哲, 金凡夫, 赵丽, 等. 急性脑梗死静脉溶栓前后美国国立卫生研究院卒中量表评分与收缩压变化值在颅内出血性转化中的预测价值[J]. 安徽医药, 2021, 25(2): 250-254.
- [9] 景盼姝, 赵娥, 孙高峰, 等. 2015年-2020年乌鲁木齐市急性心脑血管疾病死亡流行特征及时间序列预测研究[J]. 中国病案, 2023, 24(2): 50-54.
- [10] 周杰, 王开乐, 张欣. 多模态MRI评估急性缺血性脑梗死侧支循环的临床分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 26-29.
- [11] 姜琳, 龚洪中, 李正. 早期高压氧急救对急性脑梗死患者脑血流灌注及神经功能保护效果研究[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(8): 21-23.
- [12] 杨梅, 刘金凤, 张纯. 青年症状性急性脑梗死危险因素分析[J]. 心脑血管病杂志, 2023, 42(6): 605-608.
- [13] 荆梅, 顾欣欣. 颅脑CT灌注成像及磁共振成像在脑梗死患者中的应用[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2024, 27(1): 43-47.
- [14] 郭丽红, 陈辉, 张燕, 等. CT灌注成像联合血清microRNA-493预测急性脑梗死患者预后的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(22): 88-93.
- [15] 耿子扬, 陈雨洁, 王心, 等. 大脑中动脉重度狭窄及闭塞患者侧支循环及脑灌注评估与预后的关系[J]. 卒中与神经疾病, 2020, 27(3): 371-375.
- [16] 张文, 吕槐琴, 黄巧云, 等. 基于宽体探测器CT灌注成像评估的侧支循环与急性脑梗死体积及预后的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(7): 689-694, 700.

(收稿日期: 2024-03-11)

(校对编辑: 姚丽娜)