

320 排动态容积 CT 成像评估单侧大脑中动脉闭塞患者侧支循环的应用价值

陈军法, 袁建华, 宋琼, 徐健, 王振, 林毅

【摘要】 目的 探讨 320 排动态容积 CT 全脑成像在评估单侧大脑中动脉(MCA)闭塞患者侧支循环中的应用价值及其对预后的评价作用。**方法** 纳入 2011 年 3 月至 2015 年 9 月在浙江省人民医院住院治疗的 37 例单侧症状性 MCA 闭塞患者。采用 320 排 CT 进行多参数全脑灌注扫描,获取常规 CTA 和 4D-CTA 图像,分析常规 CTA、4D-CTA 所示侧支循环状况和金标准 DSA 图像并作一致性检验,同时计算 4D-CTA 侧支循环评分与预后的相关性。**结果** 4D-CTA、常规 CTA 所示侧支循环良好患者分别为 22 例(59.4%)、14 例(37.8%)。以 DSA 为金标准,常规 CTA、4D-CTA 侧支循环评分 Kappa 值分别为 0.58、0.78。4D-CTA 所示侧支循环不良患者和侧支循环良好患者间治疗时间窗差异有统计学意义($t=2.27$, $P=0.029$),两者侧支循环评分与随访 90 d 改良 Rankin 量表评分呈负相关($r=-0.68$, $P<0.001$)。**结论** 320 排动态容积 CT 成像是评价单侧症状性 MCA 闭塞患者侧支循环建立情况的有效方法。4D-CTA 比常规 CTA 能更好地评估侧支血流和预测预后,有助于血管内介入治疗决策。

【关键词】 大脑中动脉;侧支循环;体层摄影术,X 线计算机;血管造影术;预后
中图分类号:R743.3 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2016)-06-0469-04

Application of 320-row-detector dynamic volume CT imaging in evaluating the collateral circulation in patients with unilateral middle cerebral artery occlusion CHEN Jun-fa, YUAN Jian-hua, SONG Qiong, XU Jian, WANG Zhen, LIN Yi. Department of Radiology, Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou, Zhejiang Province 310014, China

Corresponding author: YUAN Jian-hua, E-mail: yjhhzzj@sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the application of 320-row-detector dynamic volume CT imaging of whole brain in evaluating the collateral circulation in patients with unilateral middle cerebral artery (MCA) occlusion, and to discuss its value in predicting prognosis. **Methods** A total of 37 patients with unilateral symptomatic MCA occlusion, who were admitted to the Zhejiang Provincial People's Hospital during the period from March 2011 to September 2015 to receive endovascular treatment, were enrolled in this study. Multi-parameter whole brain perfusion scanning was performed with a 320-row-detector CT scanner, the conventional CTA and 4D-CTA images were obtained. The collateral circulation manifestations demonstrated on CTA and 4D-CTA images as well as on DSA (used as gold standard) were analyzed, and the consistency between CTA and DSA was evaluated. The correlation between 4D-CTA collateral flow scores and prognosis was assessed. **Results** The 4D-CTA and conventional CTA images showed that good collateral circulations were observed in 22 patients (59.4%) and 14 patients (37.8%) respectively. Taking DSA as the gold standard, the collateral circulation Kappa scores of conventional CTA and 4D-CTA were 0.58 and 0.78 respectively. The difference in the therapeutic time window between the patients with poor collateral circulation and the patients with good collateral circulation was statistically significant ($t=2.27$, $P=0.029$). A negative correlation existed between

the collateral circulation scores and modified Rankin scale (mRS) scores ($r=-0.68$, $P<0.001$).

Conclusion 320-row-detector dynamic volume CT imaging is an effective means for the evaluation of the establishment of collateral circulation in patients with unilateral MCA occlusion. 4D-CTA is superior to conventional CTA in assessing the collateral blood flow as well as in predicting the prognosis, which is very helpful for the making of endovascular treatment decisions. (J Intervent Radiol, 2016, 25: 469-472)

【Key words】 middle cerebral artery; collateral circulation; tomography, X-ray computed; angiography; prognosis

大脑中动脉(MCA)闭塞是颅内缺血性卒中的重要危险因素,早期血管再通、改善缺血脑组织血流灌注是最有效的治疗方法。然而,血管内治疗效果除与时间窗有关外,还与侧支循环等因素相关^[1]。既往研究发现,同样是MCA闭塞患者的临床症状和预后也存在差异,其中软脑膜侧支循环代偿起着重要作用^[2]。CT可用于评估侧支血流,但在常规单期相CTA上,侧支血流强弱评估很大程度上取决于采集时间和速度,很可能丢失脑血流动力学重要信息。320排CT机Z轴覆盖范围达16 cm,采用低剂量间断采集模式能实现基于4D-CTA的侧支血流评估^[3]。本研究通过与常规CTA、DSA比较,探讨320排CT评估单侧MCA闭塞患者侧支循环的优势,为血管内介入治疗前无创影像学评估和患者预后判断提供客观依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

选择2011年3月至2015年9月在浙江省人民医院住院治疗的单侧症状性MCA闭塞患者。入选标准:①发病<9 h;②单侧MCA闭塞,对侧MCA及颈内动脉系统无血管狭窄或仅存在轻度狭窄(狭窄率<30%),血管狭窄程度经头颈CTA和DSA检查确定;③影像资料完整并完成随访。排除标准:图像运动伪影明显者。最终入选并完成随访患者共37例,男23例,女14例;年龄47~85岁,中位年龄65.4岁。对入选患者进行90 d追踪随访,用改良Rankin量表(mRS)进行评分,mRS评分≤2分认为预后良好,>2分认为预后不良。

1.2 检查方法

采用Toshiba Aquilion One 320排动态容积CT对患者进行全脑灌注扫描,选择低剂量扫描参数(80 kV、150~300 mA),矩阵512×512,层厚0.5 mm,覆盖范围16 cm。采用双筒高压注射器经右肘正中静脉依次团注非离子型对比剂(碘普罗胺370)50 ml及生理盐水30 ml,速率为5 ml/s。注药后延迟7 s开始扫描,动脉期时间间隔2 s,静脉期时间间隔

5 s,总扫描时间约60 s,获取19个时相全脑动态容积数据。4D-CTA图像以CT灌注数据为基础,依据时间-密度曲线,融合动、静脉期时相作最大密度投影(MIP)获得。常规CTA图像在完成脑CT灌注成像后,在追加非离子型对比剂(370 mgI/ml)0.6 ml/kg对主动脉弓至颅顶进行扫描获得,注射速率4.0 ml/s,以CT灌注得到的动脉强化峰值时间为参考点进行采集。

DSA检查采用Philips Allura Xper FD大平板数字减影血管造影机,局部麻醉下采用改良Seldinger技术经股动脉穿刺置管,对主动脉弓、两侧颈内动脉、椎-基底动脉作常规造影,除常规正侧位投照外,根据不同部位选择不同投照角度,以显示病变血管。术中对闭塞血管作重组组织型纤溶酶原激活剂(r-tPA)溶栓或Solitaire支架机械取栓治疗。

1.3 图像分析

由2名高年资神经影像诊断医师对常规CTA、4D-CTA和DSA所示侧支循环情况进行独立分析,结论一致达成诊断,不一致时协商取得共识。侧支循环评估参考Tan等^[4]报道方法,将CT所示侧支循环情况分为4级。1级:无侧支血流;2级:侧支血流充填范围<50%;3级:侧支血流充填范围>50%~<100%;4级:侧支血流充填范围≥对侧相应区域。以50%为界,分为侧支循环良好组和侧支循环不良组。

根据美国介入和治疗神经放射学会(ASITN)/美国介入放射学学会(SIR)血流分级系统,将DSA所示侧支代偿情况分为5级^[5],0~2级为侧支循环不良,3~4级为侧支循环良好。采用心肌梗死溶栓(TIMI)治疗后血流分级标准^[6]评估血管再通,TIMI后血流分级0~1级为未再通,2~3级为再通。

1.4 统计学分析

采用SPSS 18.0软件进行统计学分析。正态分布计量资料数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较用 t 检验或方差分析;计数资料用频数和构成比表示,组间比较用 χ^2 检验;两种评分方法与DSA一致性评价用Kappa检验,侧支循环分级与预后关系用Spearman相关分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

根据 4D-CTA 成像分组, 37 例单侧症状性 MCA 闭塞患者中 15 例侧支循环不良, 22 例侧支循环良好, 两组治疗时间窗分别为 (4.23 ± 1.05) h、 (5.08 ± 1.16) h, 差异有统计学意义 ($t=2.27, P=0.029$); 血管内介入治疗动脉溶栓 24 例, 机械取栓 17 例, 治疗后 TIMI 后血流分级 0~1 级 11 例, 2~3 级 26 例。侧支循环不良组、侧支循环良好组血管再通率分别为 66.7%、72.7%, 差

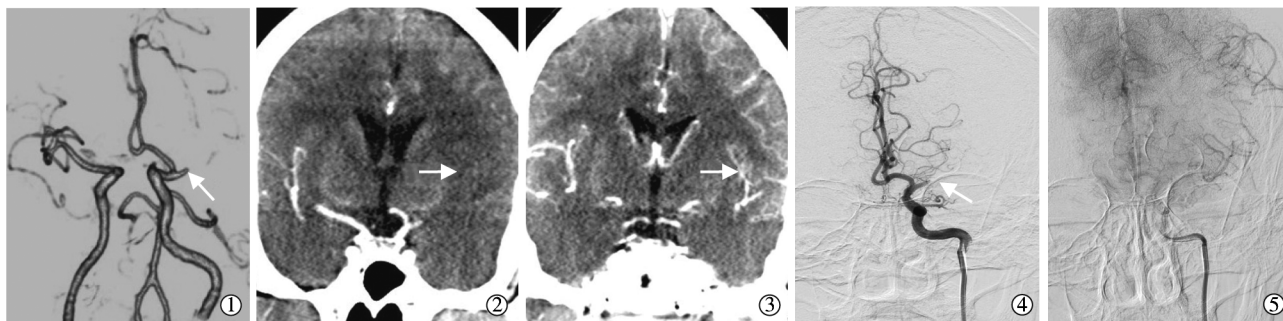
异无统计学意义 ($P=0.692$)。

2.2 侧支循环评估

3 种方法评估侧支循环分级结果见表 1。侧支循环情况分级良好率在 4D-CTA 成像上达 59.4%, 在常规 CTA 成像上仅为 37.8%; 常规 CTA 成像上表现为侧支循环差患者中 21.6% 在 4D-CTA 成像上表现为侧支循环良好 (图 1)。以 DSA 分级为金标准, 两种评分方法的阳性预测值、阴性预测值、Kappa 值见表 2。

表 1 常规 CTA、4D-CTA、DSA 侧支循环分级结果

临床预后	例数	常规 CTA 侧支循环分级		4D-CTA 侧支循环分级		DSA 侧支循环分级	
		良好 (%)	不良 (%)	良好 (%)	不良 (%)	良好 (%)	不良 (%)
良好	17	10 (27.0)	7 (18.9)	16 (43.2)	1 (2.7)	15 (40.5)	2 (5.4)
不良	20	4 (10.8)	16 (43.2)	6 (16.2)	14 (37.8)	5 (13.5)	15 (40.5)
χ^2 值		5.89		15.67		14.79	
P 值		0.015		<0.001		<0.001	



患者男, 47 岁, 右侧肢体无力伴言语困难 6 h, 急诊 Solitaire 支架取栓治疗后预后良好 (术后 90 d 随访 mRS 评分 1 分) ①术前 CT 容积再显示左侧 MCA 闭塞; ②常规 CTA (冠状位) 示侧支循环不良; ③4D-CTA 动静脉融合成像示侧支循环良好; ④⑤DSA 示左侧 MCA 闭塞, 侧支代偿良好

图 1 左侧 MCA 闭塞患者 CT 和 DSA 图像

表 2 常规 CTA、4D-CTA 评估侧支循环相关诊断指标

方法	阳性预测值/%	阴性预测值/%	Kappa 值
常规 CTA	92.86	69.57	0.58 ^a
4D-CTA	86.36	93.33	0.78 ^b

注: ^a与 DSA 比较, $P<0.001$; ^b与 DSA 比较, $P<0.001$

2.3 侧支循环评分与临床预后

所有患者追踪随访 90 d, 预后良好者 17 例, 预后不良者 20 例 (其中 5 例死亡)。预后良好患者和预后不良患者之间血管再通率 ($\chi^2=4.86, P=0.028$) 和侧支循环评分差异有统计学意义, 常规 CTA、4D-CTA 侧支循环分级与随访 90 d mRS 评分呈负相关 (分别为 $r=-0.47, P=0.003$; $r=-0.68, P<0.001$), 说明 4D-CTA 侧支循环分级与预后的相关性更密切。

3 讨论

侧支循环是评估缺血性脑卒中临床结局的重要预测指标, 是影响治疗决策的重要因素之一^[7]。评价症状性 MCA 粥样硬化狭窄或闭塞患者侧支循环有多种方法^[7-9]。DSA 空间分辨率高, 能动态观察动脉狭窄或闭塞后侧支循环血管网, 是评估 Willis 环和软脑膜侧支金标准, 但 DSA 属有创检查, 费时且有并发症^[8-9]。320 排 CT 能实现全脑容积灌注, 生成的 4D-CTA 能反映对比剂自动脉流入至静脉流出全过程, 可显示常规 CTA 未能显示的侧支循环, 因此可以更充分地评估侧支血流。本研究中 16.2% 患者在常规 CTA 上表现为侧支循环差而临床预后良好, 却在 4D-CTA 上显示出良好的侧支循环。我们推测, 这些患者侧支循环是存在的, 但由于对比剂延迟到达, 未能在常规 CTA 单时相扫描时显示。本

研究显示,常规 CTA、4D-CTA 所示侧支循环分级与 DSA 分级在评价 MCA 闭塞患者侧支血流方面具有较好的一致性,但 4D-CTA 与 DSA 一致性更好, Kappa 值达 0.78。因此,320 排 CT 4D-CTA 成像是评估单侧 MCA 闭塞患者侧支循环的良好方法。

缺血半暗带的可逆性取决于治疗时间窗、侧支循环、血管再通等因素。MCA 闭塞时,其侧支循环可在一定时间内维持缺血半暗带的氧和能量供应。治疗前侧支循环越好,维持缺血半暗带时间就越长,溶栓后最终梗死体积就越小,临床预后就越好^[9]。本研究依据 4D-CTA 侧支评分分组,虽然侧支循环良好组治疗时间窗大于侧支循环不良组、两组血管再通率无统计学差异,但侧支循环良好组临床预后明显好于侧支循环不良组。本组有 2 例患者治疗时间窗超过 6 h,但 4D-CTA 提示侧支循环良好,给予血管内治疗后临床预后良好。该结果提示,对 MCA 闭塞患者,在完善影像评估基础上,有进一步扩展治疗时间窗的可能性。但本研究病例数不多,有待进一步积累经验。

MCA 闭塞时侧支循环以二级代偿为主,通过大脑前、后动脉软脑膜支吻合代偿缺血区血液供应,改善细胞缺血缺氧情况^[10];此外,侧支循环建立可改善微循环灌注,保护微循环结构和功能。闭塞血管再通后,良好的微循环功能有助于脑血供建立,从而改善患者预后^[11]。本研究结果显示,侧支循环良好患者中仅 1 例死亡;侧支循环分级对临床结局的阳性预测值为 0.73,阴性预测值达 0.93;4D-CTA 侧支循环评分与 90 d mRS 评分呈负性强相关,表明 4D-CTA 所示侧支循环良好具有较好预后,侧支循环不良预示预后差。因此,4D-CTA 侧支循环评分是判断单侧 MCA 闭塞所致急性缺血性脑卒中患者预后的良好预测因子。

本研究局限性:①作为一单中心研究,总体样本量较小,有待进一步增加样本量;②仅考虑单侧 MCA 闭塞患者情况,多血管病变情况有待进一步研究。

总之,与常规 CTA 比较,4D-CTA 侧支循环评分与 DSA 评估一致性更好,且与预后密切相关。320 排动态容积 CT 能更准确地评价症状性 MCA 闭塞患者侧支循环建立情况,为病情评估、介入治疗选择及预后判断提供影像学依据。

[参考文献]

- [1] 田 洪,郝 磊,宋 川,等.急性脑梗死动脉溶栓治疗的疗效相关因素探讨[J].介入放射学杂志,2014,23:839-842.
- [2] Shuaib A, Butcher K, Mohammad AA, et al. Collateral blood vessels in acute ischaemic stroke: a potential therapeutic target [J]. *Lancet Neurol*, 2011, 10: 909-921.
- [3] Froelich AMJ, Wolff SL, Psychogios MN, et al. Time-resolved assessment of collateral flow using 4D CT angiography in large-vessel occlusion stroke[J]. *Eur Radiol*, 2014, 24: 390-396.
- [4] Tan IY, Demchuk AM, Hopyan J, et al. CT Angiography clot burden score and collateral score: correlation with clinical and radiologic outcomes in acute middle cerebral artery infarct[J]. *Am J Neuroradiol*, 2009, 30: 525-531.
- [5] Higashida RT, Furlan AJ, Roberts H, et al. Trial design and reporting standards for intra-arterial cerebral thrombolysis for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2003, 34: 109-137.
- [6] Anderson HV, Willerson JT. Thrombolysis in acute myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 1993, 329: 703-709.
- [7] 黄家星,林文华,刘丽萍,等.缺血性卒中侧支循环评估与干预中国专家共识[J].中国卒中杂志,2013,8:285-293.
- [8] Martinon E, Lefevre PH, Thouant P et al. Collateral circulation in acute stroke: assessing methods and impact: a literature review[J]. *J Neuroradiol*, 2014, 41: 97-107.
- [9] Chen H, Wu B, Liu N, et al. Using standard first-pass perfusion computed tomographic data to evaluate collateral flow in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2015, 46: 961-967.
- [10] 刘 勇,韩军良,何君宏,等.中青年单侧大脑中动脉起始段慢性闭塞后侧支循环与脑梗死的关系[J].中国脑血管病杂志,2014,11:84-88.
- [11] Bang OY, Saver JL, Kim SJ, et al. Collateral flow predicts response to endovascular therapy for acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2011, 42: 693-699.

(收稿日期:2015-12-23)

(本文编辑:边 伟)