

doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2020.09.036

◇临床医学◇

多时相CT血管成像“一站”扫描对急性缺血性脑卒中的价值研究

张为¹,李小虎²,吴宗山¹,徐佳玮¹,王俊琳¹,孙家龙¹,刘斌²作者单位:¹安徽医科大学附属六安医院医学影像科,安徽 六安 237000;²安徽医科大学第一附属医院放射科,安徽 合肥 230022

通信作者:刘斌,男,主任医师,博士生导师,研究方向为头颈部影像学,E-mail:lbhyz321@126.com

摘要:目的 研究 Revolution CT 多模式“一站”扫描对急性缺血性脑卒中的应用价值。方法 选取安徽医科大学附属六安医院 2018 年 12 月至 2019 年 5 月 32 例临床拟诊急性缺血性脑卒中病人,在急性期内进行 CT 平扫(NCCT)、磁共振成像(MRI)、CT 血管成像(CTA)和 CT 灌注成像(CTP)检查,根据小剂量测试所得峰值时间,制定 CTA+CTP 检查的个体化扫描方案。应用 CT Brain Stroke 软件进行全脑灌注分析,应用数字减影后 CTA 数据行头颈部血管分析及三维成像、最大密度投影(MIP)等后处理,再 CTP 各时相 Refomat-MIP 成像及 4D Neuro DSA 软件对侧支循环进行动态观察,采用基于 CTA 的软脑膜侧支评分(Pial Collateral Score)评价侧支循环,对侧支循环建立良好及不良组的病灶侧与对侧灌注参数进行对比分析。结果 32 例病人中 30 例有灌注异常,且有血管狭窄 29 例;随着血管梗阻程度的加重,有梗死区($P=0.037$)、磁共振弥散加权成像(DWI)高信号($P=0.034$)及侧支循环形成良好($P=0.011$)的病人数比例逐渐增加。经对比分析侧支循环的逆向充盈时间,侧支循环观察的最佳期相为动脉期后的第 2~3 期,最佳观察时间为动脉期后 5~10 s。侧支循环建立良好组病灶侧与健侧灌注参数对比,CBV 差异无统计学意义($P>0.05$),余均差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 Revolution CT 多模式“一站”扫描对急性缺血性脑卒中的全面评估有重要的价值。

关键词:脑梗死/诊断; 卒中; 脑缺血; 体层摄影术,螺旋计算机; 血管造影术,数字减影; 弥散张量成像; CT 灌注成像; 侧支循环

The value of the multi-mode CT angiography "one-stop" scanning in acute ischemic stroke

ZHANG Wei¹, LI Xiaohu², WU Zongshan¹, XU Jiawei¹, WANG Junlin¹, SUN Jialong¹, LIU Bin²

Author Affiliations: ¹Department of Radiology, Lu'an Hospital Affiliated of Anhui Medical University, Lu'an, Anhui 237000, China; ²Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230022, China

Abstracts: Objective To study the value of the multi-mode one-stop scanning of the Revolution CT in acute ischemic stroke. **Methods** Thirty-two patients with clinically diagnosed acute ischemic stroke in Lu'an Hospital Affiliated of Anhui Medical University from December 2018 to May 2019 were enrolled, and NCCT, MRI, CTA, and CTP were performed in the acute phase. An individualized scanning protocol for CTA+CTP examination was developed based on the peak time obtained from the small dose test. Whole brain perfusion analysis was performed using CT Brain Stroke of GE AW 4.7 workstation. The digital silhouette method was used for Virtual Reality (VR) reconstruction, maximum density projection (MIP) and vascular analysis of head and neck vessels. The collateral circulation was dynamically observed by CTP phase-time Remaxat-MIP imaging and 4D Neuro DSA software. The collateral circulation was evaluated by CTA-based Pial Collateral Score, and the lesion side and contralateral perfusion parameters of the well collateral circulation and the poor group were compared. **Results** Of the 32 patients, 30 had abnormal perfusion, including 29 patients with vascular stenosis. With the aggravation of vascular obstruction, the proportion of patients with infarcted area ($P=0.037$), diffusion weighted imaging (DWI) high signal ($P=0.034$), and good collateral circulation ($P=0.011$) gradually increased, with statistically significant difference. By contrast analysis of the retrograde filling time of the collateral circulation, the optimal phase of the collateral circulation observation was the second to third phases after the arterial phase (CTA), and the best observation time was 5 to 10 s after the arterial phase. When comparing the perfusion parameters between the lesion side and the well collateral circulation, there was no statistically significant difference in CBV, and the remaining differences were statistically significant. **Conclusion** The Revolution CT multi-mode one-stop scanning is important for the comprehensive assessment of acute ischemic stroke.

Key words: Brain infarction/diagnosis; Stroke; Brain ischemia; Tomography, spiral computed; Angiography, digital subtraction; Diffusion tensor imaging; CT perfusion imaging; Cerebral perfusion

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是指各种原因导致的脑组织供血障碍,从而出现的一系列临床神经功能障碍综合征^[1]; AIS 占有脑卒中的 70%, 据统计每年我国新发 AIS 病人超过 200 万人^[2], 急性期的时间划分尚不统一, 一般指发病后 2 周内, 对 AIS 的统一认识是早期诊断、早期治疗、早期康复和早期预防^[3], 早期的准确诊断甚为重要, 随着我们对急性脑卒中认识的进一步加深和各种治疗方式的不断发展, 急性脑卒中病人治疗前全面且准确的评估责任血管、梗死区、缺血半暗带及侧支循环建立对后续临床治疗方案选择和预后有着至关重要的价值^[1-3]。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集安徽医科大学附属六安医院 2018 年 12 月至 2019 年 5 月拟诊 AIS 病人共 32 例, 其中男 24 例, 女 8 例, 年龄(67.93±9.63)岁, 范围为 43~81 岁, 病人或其近亲属已签署知情同意书, 本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求。纳入标准: (1) 诊断标准依据中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2014^[3]; (2) 既往无脑卒中病史, 首次发病, 发病至入院接受 CT 平扫(NCCT)、CT 血管成像(CTA)、CT 灌注成像(CTP)及磁共振成像(MRI)检查时间 < 2 周; (3) 临床及影像资料完整; (4) 无严重意识障碍甚至昏迷。排除标准: (1) 有碘造影剂过敏史病人; (2) 合并其他系统或器官病变, 不能完成增强检查者(如严重脏器功能障碍者或血液疾病病人)。

1.2 仪器与方法 病人 CTA+CTP 检查前经 PHILIP Achieva 1.5T MR 机行头颅 MRI 检查, CTA+CTP 采用 GE Revolution CT 机, 检查前做以下准备: ①嘱病人尽量不做吞咽等细微动作; ②预先告知病人检查过程中可能出现的不适症状, 稳定病人情绪; ③对病人头颈部制动。CTA+CTP 扫描步骤: ①小剂量团注测试: 高压注射器经肘静脉注射碘海醇 15 mL (320 mg/mL), 速率 5 mL/s, 进行小剂量测试, 得到峰值时间; ②设定 NCCT、CTP 联合 CTA 扫描计划: NCCT 及 CTA 扫描范围一致从主动脉弓至颅顶, CTP 扫描覆盖全脑, 先行 NCCT 检查, 再行 CTP 和 CTA 联合扫描, 从 CTP 扫描期相中选取峰值时间期相进行 CTA 扫描, 共 20 个扫描期相。③扫描步骤: 按照设定的个体扫描计划进行个体化扫描, 以相同速率注入非离子型对比剂碘海醇 50 mL (320 mg/mL), 再跟注 0.9% 氯化钠溶液 30 mL; 先行 NCCT 扫描, 注射造影剂后第 5 秒开始进行 CTP 扫描, 每个期相间隔时间为 2~3 s, 峰值时间扫描 CTA。扫描方式和条件: NCCT 和 CTA 采用螺旋扫描, CTP 采用轴位扫模式, 管电压 100 kV, 管电

流 100 mA, 迭代重建技术(ASiR-V) 60%, 球管旋转时间 0.28S, CTP 扫描 Z 轴覆盖范围 160 mm, 矩阵 512×512, 重建视野(DFOV) 25 cm; 标准算法, 层厚和层间隔 5 mm, 重建层厚和层间隔 0.625 mm。

1.3 图像分析 由 2 名中级以上职称 CT 诊断经验丰富的医师分别对所有图像及数据进行分析, 意见不同时经讨论达成一致。先对 NCCT 及 MR-弥散加权成像(DWI)图像观察(图 1A, 1B), 采用 GE AW 4.7 工作站的 CT Brain Stroke 软件进行灌注成像分析, 获得各灌注参数伪彩图, 包括血流量(CBF, 图 1C)、血容量(CBV, 图 1D)、达峰时间(TTP, 图 1G)、平均通过时间(MTT, 图 1H)。与镜像区对比, CBF 明显减低区诊断为梗死区, MTT 延长区诊断为缺血区, MTT\CBF 不匹配区诊断为缺血半暗带^[4]; MR-DWI 高信号诊断为诊断急性梗死区^[5]; 梗死区、缺血区或 DWI 高信号区间相连计为 1 个病灶, 不相连计为多个病灶。

应用数字减影后 CTA 数据行头颈部血管分析及最大密度投影(MIP)、三维成像等(图 1I~1L)后处理, 再经 Refomat 软件分别对 CT 各时相数据进行 MIP 成像[相当于多时相 CT 血管造影的最大密度投影(CTA-MIP), 图 1E, 1F]及应用 4D Neuro DSA 进行侧支循环动态观察。采用基于 CTA 的软脑膜侧支评分(Pial Collateral Score)评价侧支循环^[6]; 血管狭窄程度按北美症状性颈动脉内膜切除术方法划分: < 30% 为轻度狭窄、30%~69% 为中度狭窄、70%~99% 为重度狭窄及 100% 为闭塞^[7]。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 20.0 软件统计分析, 定性资料采用例数的形式描述, 组间比较使用 χ^2 检验。定量资料数据经检验满足正态分布及方差齐性, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 病灶侧与健侧间的比较采用配对样本 t 检验。以双侧 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 责任血管评估与脑灌注状态的关系 32 例病人中, 灌注异常者有 30 例, 且有血管狭窄 29 例, 详情见表 1。

表 1 急性缺血性脑卒中不同脑灌注状态的责任血管狭窄分布与侧支循环情况/例

脑灌注状态	单独颅内血管狭窄	单独颈部血管狭窄	颅内及颈部血管皆有狭窄	无狭窄	合计	侧支循环良好
灌注异常	13	5	11	1	30	11
灌注正常	1	1	0	0	2	0

注: 灌注异常病人中无明显血管狭窄者未见良好侧支循环形成

2.2 灌注异常与血管狭窄程度、侧支循环形成的关系 32 例病人中 1 例头颈部血管无明显狭窄, 但有

灌注异常,余31例病人血管有不同位置、不同程度的狭窄。随着狭窄程度的加重,有梗死区($P=0.037$)、DWI高信号($P=0.034$)及侧支循环的形成($P=0.011$)的病人数比例逐渐增加。见表2。另外不论梗阻程度的轻重,DWI发现梗死区的数量皆多于缺血半暗带区数目。经对比分析侧支循环的逆向充盈时间,侧支循环观察的最佳期相为动脉期后的第2~3期(CTA-MIP,图1E),最佳观察时间为动脉期后5~10 s(图1F)。

表2 急性缺血性脑卒中血管狭窄程度与灌注异常(梗死区、缺血半暗带)、侧支循环形成的关系/例(%) [病灶个数]

狭窄程度	例数	梗死	缺血半暗带	DWI高信号区	侧支循环良好
无	1	0	1(100)[1]	0	0
轻度	15	3(20)[9]	5(33)[15]	4(27)[16]	2(13)
中度	12	5(42)[18]	7(58)[16]	7(58)[36]	5(42)
重度	3	3(100)[12]	3(100)[9]	3(100)[25]	3(100)
闭塞	1	1(100)[2]	1(100)[2]	1(100)[5]	1(100)
χ^2 值		8.507	6.432	7.904	10.473
P 值		0.037	0.091	0.034	0.011

注:DWI为弥散加权成像。同时有多处血管狭窄者以狭窄程度最严重的狭窄段作为评估标准

2.3 血管狭窄病人侧支循环良好、不良组灌注异常区和健侧参数比较 侧支循环良好病人病灶侧与健侧感兴趣区CBV差异无统计学意义($P>0.05$),CBF、MTT与TTP差异有统计学意义($P<0.001$);侧支循环不良病人病灶侧与健侧感兴趣区CBV、CBF、MTT与TTP差异有统计学意义($P<0.001$)。见表3,4。

3 讨论

我国近年来脑血管疾病发病率逐年上升,AIS是最常见的脑血管疾病^[3,8],AIS治疗的关键是急性期静脉溶栓,但对大血管闭塞效果欠佳,而血管内治疗能显著降低致残率和病死率^[2]。因此对于AIS病人需全面评估病人头颈部血管状态(狭窄位置、狭窄程度)、有无责任血管、梗死区、缺血半暗带以及侧支循环状态,然后建立个体化的治疗指导方案,从而改善病人预后。

对于缺血性脑卒中主要检查方式有NCCT、CTA、CTP、X线数字减影血管造影(DSA)、MRI的DWI、灌注加权成像(PWI)、磁共振血管成像(MRA),另外还有多模式CT联合扫描与多模式联合MRI。目前多以CT或者MRI联合扫描评价为主,但MRI因有一定的检查禁忌(如装有心脏起搏器及金属植入物病人)及MRA易对重度狭窄的血管过度评估^[2],多项研究显示CT联合扫描可全面评估头颈

表3 急性缺血性脑卒中侧支循环良好病人(11例)病灶侧、健侧感兴趣区CT灌注参数的比较/ $\bar{x} \pm s$

部位	例数	CBV/(mL/100 g)	CBF/[mL·(100 g) ⁻¹ ·min ⁻¹]	MTT/s	TTP/s
健侧	11	2.53±0.15	54.83±2.04	5.09±0.64	19.62±0.62
病灶侧	11	2.62±0.08	60.73±1.55	3.30±0.23	13.48±0.60
t 值		-1.28	-8.68	10.92	32.26
P 值		0.139	<0.001	<0.001	<0.001

注:CBV为血容量,CBF为血流量,MTT为平均通过时间,TTP为达峰时间

表4 急性缺血性脑卒中侧支循环不良病人(20例)病灶侧、健侧感兴趣区CT灌注参数的比较/ $\bar{x} \pm s$

部位	例数	CBV/(mL/100 g)	CBF/[mL·(100 g) ⁻¹ ·min ⁻¹]	MTT/s	TTP/s
健侧	20	1.60±0.23	54.41±2.85	4.93±0.40	22.51±3.11
病灶侧	20	3.54±0.22	65.20±5.35	3.04±0.36	13.48±0.96
t 值		-23.71	-8.68	35.06	12.44
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:CBV为血容量,CBF为血流量,MTT为平均通过时间,TTP为达峰时间。表1中灌注正常组单独颈部血管狭窄的1例病人因灌注正常且无明显侧支循环形成而未纳入

部血管、脑灌注及侧支循环状态^[9-11],且CTP对大面积脑梗死实用性更高^[12]。

脑血管狭窄或闭塞是导致缺血性卒中的主要原因^[13],本研究32例病人中1例头颈部血管无明显狭窄,但有灌注异常及临床症状,经临床随访最终考虑短暂性脑缺血发作,与杨潮萍等^[14-15]研究相符。CTP及CTA检查分析,随着随血管狭窄程度的加重,大脑梗死区、缺血半暗带区的出现以及侧支循环形成的概率增加,与以往研究^[2,8]一致。另外部分血管中度狭窄时,其对应区域灌注大致正常,考虑脑灌注状态不仅与供血动脉的狭窄程度有关,且与侧支循环的开放程度有关^[10]。

CTA结合CTP检查结果可以更好地规范脑梗死静脉溶栓的治疗^[16]。目前多以CBF和CBV减低、TTP和MTT延长评判梗死区,CBF减低、CBV正常或轻度升高、TTP和MTT延长评判缺血半暗带^[2],温家华等^[4]通过CTP各参数与MRI-DWI结果对比分析证实,CBF/MTT不匹配区可较准确且快速地检出缺血半暗带;当责任血管发生狭窄(特别是重度狭窄)或闭塞时,会促使侧支循环血管的建立^[6],本研究显示侧支循环建立良好区域的血流速度下降,总CBV无明显下降,而血流的通过时间延迟,即CBF减低、CBV正常或轻度升高、TTP和MTT延长,侧支循环对AIS的发展和预后有着至关重要的作用,梗死后全面侧支循环的评价是制定卒中病人个体化治疗

方案的重要前提和基础之一^[17]。本研究采用的CTA+CTP检出不仅可以全面评估全脑灌注状态,通过CTP各期相进行Reformat-MIP分析(即多时相CTA)及4D Neuro DSA可准确评估CBF减低、CBV正常或轻度升高区域侧支循环建立情况;另外,本研究显示观察侧支循环观察的最佳期相为动脉期后的第2~3期,最佳观察时间为动脉期后5~10 s,与Menon等^[18]研究结果一致。

本研究优势:①本研究进行的头颈部血管扫描模式虽然与CTP扫描期相交叉进行,但因Revolution扫描速度快,峰值时间扫描的CTA与CTP扫描期相互不影响,数字减影方法对头颈部血管进行三维成像、MIP观察与分析常规单纯头颈部CTA检查方式和原理相同,较以往研究更有优势^[9-11];②检查完成后用NCCT及CTA两期数据分别重建与CTP其他期相检查范围一致的数据,然后进行CTP分析处理,可避免NCCT及CTA两期数据在CTP分析时的缺失,且Revolution CT具有16 cm的宽探测器,一次轴扫就可获得全脑灌注数据;③本研究在一次检查注射少量造影剂(15 mL+50 mL)的情况下能同时获得CTA及CTP的联合数据;④运用Refomat软件别对CTP各期相数据进行MIP成像(相当于以往多时相CTA-MIP),可有效且更好观察侧支循环的建立,同时运用4D Neuro DSA软件,可以动态观察颅内血管的造影剂充盈状态,准确找出责任血管,更好地观察支循环状态避免因侧支循环较正常动脉期血管充盈延迟造成诊断遗漏^[11,19]。

本研究尚存在一定的局限性:(1)样本量有限,需在今后的研究中加大样本量深入讨论;(2)本研究为回顾性分析,部分病人因禁忌证或其他原因未做MR检查未入组,降低了病例收集的一致性。

4 结论

Revolution CT多模式“一站”扫描可以全面了解头颈部血管形态、狭窄位置及斑块性质,有效评估责任血管,而且能提供全脑灌注参数,对AIS的治疗前全面评估有重要的临床价值,为后续治疗方案的选择和预后判断提供参考依据。

(本文图1见封三)

参考文献

- [1] 中国中西医结合学会急救医学专业委员会.中国急性缺血性脑卒中中西医结合诊治专家共识[J].中华危重病急救医学, 2018, 30(3): 193-197.
- [2] 中国卒中学会,中国卒中学会神经介入分会,中华预防医学会卒中预防与控制专业委员会介入学组.急性缺血性卒中血管内

治疗影像评估中国专家共识[J].中国卒中杂志, 2017, 12(11): 1041-1056.

- [3] 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.
- [4] 温家华,刘洋,魏森,等.全脑CT灌注参数快速评价脑梗死核心及缺血半暗带[J].中国医学影像技术, 2015, 31(6): 821-825.
- [5] SCHELLINGER PD, BRYAN RN, CAPLAN LR, et al. Evidence-based guideline: The role of diffusion and perfusion MRI for the diagnosis of acute ischemic stroke: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology[J]. Neurology, 2010, 75(2): 177-185.
- [6] LIEBESKIND DS, COTSONIS GA, SAVER JL, et al. Collaterals dramatically alter stroke risk in intracranial atherosclerosis[J]. Ann Neurol, 2011, 69(6): 963-974.
- [7] KOSKINEN SM, VALANNE L, SOINNE L. Response to editorial: diagnosing carotid near-occlusion with 1-mm side-to-side asymmetry: a tough task made too easy[J]. Neuroradiology, 2017, 59(6): 539.
- [8] 孙海欣,王文志.中国脑卒中患病率、发病率和死亡率调查结果发表[J].中华神经科杂志, 2017, 50(5): 337.
- [9] 张丽红,赵艳玲.CTP联合4D-CTA对前循环血管狭窄慢性脑缺血血流动力学评价[J].医学影像学杂志, 2015, 25(7): 1138-1141.
- [10] 潘俊,周海,张滨,等.联合头颈部CTA与全脑CT灌注成像在慢性脑缺血患者中的应用价值[J].神经疾病与精神卫生, 2018, 18(1): 37-41, 封3.
- [11] 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, 67.
- [12] DABABNEH H, BASHIR A, GUERRERO WR, et al. Mean transit time on Aquilion ONE and its utilization in patients undergoing acute stroke intervention[J]. J Vasc Interv Neurol, 2014, 7(5): 73-81.
- [13] 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.
- [14] 杨潮萍,芮汉臣,范桂梅,等.多模式CT在后循环缺血性孤立性眩晕中的应用价值[J].中国卒中杂志, 2018, 13(6): 567-572.
- [15] 蔡培,徐凯,牛磊,等.4D-CTA联合CTP在缺血性脑卒中的应用[J].中国CT和MRI杂志, 2018, 16(11): 8-10, 封2.
- [16] 邹亮,夏鹏飞.CTA结合CTP对预测急性脑梗死患者静脉溶栓预后的价值评估[J].中华神经外科疾病研究杂志, 2018, 17(2): 126-129.
- [17] 中国卒中学会脑血流与代谢分会.缺血性卒中侧支循环评估与干预中国指南(2017)[J].中华内科杂志, 2017, 56(6): 460-471.
- [18] MENON BK, SMITH EE, MODI J, 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(9): 1640-1645.
- [19] CHEN H, WU B, LIN N, et al. Using standard first-pass perfusion computed tomographic data to evaluate collateral flow in acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2015, 46(4): 961-967.

(收稿日期:2019-08-08,修回日期:2019-10-08)