

# 一站式多模态CT联合RAPID软件在急性缺血性卒中的应用

罗容<sup>1</sup>, 王澍<sup>2</sup>, 许岗<sup>2</sup>, 宋维根<sup>1</sup>

<sup>1</sup>南京医科大学附属盐城临床医学院神经内科, 江苏 盐城

<sup>2</sup>南京医科大学附属盐城临床医学院影像科, 江苏 盐城

收稿日期: 2021年12月18日; 录用日期: 2022年1月7日; 发布日期: 2022年1月21日

## 摘要

目的: 研究一站式多模态CT联合RAPID软件对急性缺血性卒中的诊断价值。方法: 选取2020年1月~2021年02月于我院就诊的发病24小时内急性缺血性卒中患者作为研究对象, 行一站式多模态CT检查并使用RAPID软件进行处理, 分析RAPID图像特征。结果: 共纳入98例急性缺血性卒中患者, 大血管闭塞患者39例(39.79%), 大血管闭塞组首次头颅CT至发病时间、入院NIHSS评分、ASPECT评分、 $V_{CBF<30\%}$ 、 $V_{Tmax>6s}$ 与非大血管闭塞组相比, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。前循环大血管闭塞组ASPECT评分、 $V_{CBF<30\%}$ 、 $V_{Tmax>6s}$ 与后循环大血管闭塞组相比, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论: 一站式多模态CT联合RAPID软件可快速诊断是否为急性大血管闭塞和大血管闭塞的部位, RAPID软件能够快速直观地计算ASPECT评分、 $V_{CBF<30\%}$ 、 $V_{Tmax>6s}$ , 指导是否需要接受血管内治疗。

## 关键词

多模态CT, RAPID软件, 急性缺血性卒中

# Application of Multimodal CT Combined with RAPID Software in Acute Ischemic Stroke

Rong Luo<sup>1</sup>, Shu Wang<sup>2</sup>, Gang Xu<sup>2</sup>, Weigen Song<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurology, The Yancheng School of Clinical Medicine of Nanjing Medical University, Yancheng Jiangsu

<sup>2</sup>Department of Radiological Department, The Yancheng School of Clinical Medicine of Nanjing Medical University, Yancheng Jiangsu

Received: Dec. 18<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jan. 7<sup>th</sup>, 2022; published: Jan. 21<sup>st</sup>, 2022

文章引用: 罗容, 王澍, 许岗, 宋维根. 一站式多模态CT联合RAPID软件在急性缺血性卒中的应用[J]. 临床医学进展, 2022, 12(1): 277-283. DOI: 10.12677/acm.2022.121042

## Abstract

**Objective:** To study the diagnostic value of multimodal CT combined with RAPID software in acute ischemic stroke. **Methods:** We extracted all ischemic patients within 24 hours of onset between January 2020 and February 2021. Patients who underwent multimodal CT examination and processed with RAPID software were analyzed. **Results:** A total of 98 patients were included, 39 patients (39.79%) with large vessel occlusion. There were significant differences between the large vessel occlusion group and the non-large vessel occlusion group in the time from the first head CT to the onset, NIHSS score, ASPECT score,  $V_{CBF<30\%}$ ,  $V_{Tmax>6s}$  ( $P < 0.05$ ). There were significant differences in ASPET score,  $V_{CBF<30\%}$ ,  $V_{Tmax>6s}$  between anterior large vessel occlusion group and posterior large vessel occlusion group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Multimodal CT combined with RAPID software can quickly diagnose whether it is large vessel occlusion or not and the location of large vessel occlusion. RAPID software can furthermore quickly and intuitively calculate ASPECT score,  $V_{CBF<30\%}$ ,  $V_{Tmax>6s}$  and guide endovascular treatment.

## Keywords

Multimodal CT, RAPID Software, Acute Ischemic Stroke

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)是最常见的卒中类型,具有发病率高、致残率高和致死率高的特点,早期诊断和治疗极为重要[1]。一站式多模态 CT,包括头颅 CT 平扫、CT 灌注成像(CT perfusion, CTP)、CT 血管成像(computed tomography angiography, CTA)已经成为缺血性卒中的常规检查项目[2]。RAPID 软件是一种自动化的 CTP 图像处理软件,能够在数分钟内生成定量数据,筛选适合血管内治疗的患者[3]。本研究的目的是对发病 24 小时内 AIS 患者进行一站式多模态 CT 检查并且用 RAPID 软件进行分析,明确 1) 急性大血管闭塞的发生率; 2) 急性大血管闭塞和非大血管闭塞患者 RAPID 图像特征; 3) 急性前循环大血管闭塞和后循环大血管闭塞患者 RAPID 图像的特征,为血管内治疗提供可视、定量的数据,指导研究和治疗。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 一般资料

2020 年 1 月至 2021 年 2 月在我院就诊的怀疑 AIS 的患者行一站式多模态 CT 检查,然后应用 RAPID 软件(iSchemaView Inc, Menlo Park, CA)对 CTP 图像进行后处理[4]。纳入标准: 1) 符合 2018 年中国急性缺血性卒中治疗指南的诊断标准,并且经头颅磁共振或者 24 小时后复查头颅 CT 证实有明确的责任病灶[1]; 2) 年龄大于 18 岁。排除标准: 1) 患者有禁用碘造影剂的疾病(碘造影剂过敏、甲状腺功能亢进、严重心功能衰竭、严重肾功能不全); 2) 妊娠期或围产期女性患者; 3) CTA、CTP 检查至发病时间超过 24 小时; 4) CT、CTA、CTP 图像质量不合格或缺失者; 5) 既往有脑出血、颅内血管严重狭窄或闭塞

病史。

## 2.2. 检查方法

### 2.2.1. CT 平扫检查

所有患者均采用宝石能谱 CT 扫描, 扫描前均取得受检者知情同意并签字, 扫描机器为 GE 能谱 CT (Discovery CT 750HD, GE healthcare, Milwaukee, USA), 对所有患者均行头颅 CT 平扫 + CTP + CTA 检查。

### 2.2.2. CTP 检查

选用摇篮床(VHS)扫描模式, 管电压 80 kV, 管电流 200 mA, 探测器宽度 40 mm, 层厚 5 mm, 层间距 10 mm, 旋转速度 0.4 s/rot。采用双筒高压注射器经肘前静脉以 4.5 ml/s 注入 40 ml 非离子型对比剂(欧乃派克, 350 mgI/ml), 而后以相同速率注入 40 ml 生理盐水, 进行全脑灌注成像, 延迟时间 5 S, 扫描总时间 54 S。

### 2.2.3. RAPID 软件分析

1) 自动化的 ASPECT 评分(Alberta stroke program early CT score): ASPECT 评分是针对急性前循环卒中的标准 CT 评分系统: 将大脑中动脉供血区的各主要功能区分别赋 1 分, 以尾状核头部层面为界限, 将大脑半球分为上下两个区, 上区主要包括半卵圆中心、放射冠平面, 共 3 分(颅顶层面 3 个皮层区, M4~M6); 下区主要是功能基底核团层面, 共 7 分(尾状核团 C、豆状核团 L、内 IC、岛叶 I、以及颅底范围 3 个皮层区, M1~M3), 评分总共 10 分, 分值越低, 提示低密度范围越大[5]; 2) 达峰时间(Time to peak of the residual function, Tmax) > 6 s 的低灌注区体积, 即  $V_{Tmax>6s}$  [3]; 3) 脑血流量(Cerebral blood flow, CBF) 小于对侧 30% 的脑组织体积, 即  $V_{CBF<30\%}$  [3]。

### 2.2.4. CTA 检查

选用连续容积扫描模式, 管电压 120 kV, 管电流 650 mA, 层厚 0.625 mm, 层间距 0mm, 螺距 0.984: 1, 旋转速度 0.4 s/rot。扫描范围自主动脉弓至颅顶, 所用对比剂为欧乃派克(350 mgI/ml), 剂量 70 ml, 注射速率 4.5 ml/s。利用 Perfusion 3 灌注软件包获取大脑前动脉时间密度曲线, 以选择 CTA 扫描延迟时间, 延迟时间 = 大脑前动脉时间 - 密度曲线。最大密度层面所对应的时间-3 s。

## 2.3. 研究内容

收集各患者首次头颅 CT 至发病时间、入院 NIHSS 评分; ASPECT 评分、 $V_{Tmax>6s}$  和  $V_{CBF<30\%}$  均由 RAPID 软件自动获取。CTA 结果由两名经过统一培训的放射科医师采用盲法独立评定, 结果不一致时双方共同讨论后决定。根据 CTA 结果将患者分为大血管闭塞(large vessel occlusion group, LVO)组和非大血管闭塞(non large vessel occlusion group, NLVO)组, 其中颈内动脉、大脑中动脉闭塞、大脑前动脉、大脑后动脉、椎动脉、基底动脉任意一支闭塞者判定为大血管闭塞, 否则为非大血管闭塞; LVO 组再根据病变血管位置分为前循环闭塞(anterior large vessel occlusion group, ALVO)组和后循环闭塞(posterior large vessel occlusion group, PLVO)组, 其中颈内动脉、大脑中动脉、大脑前动脉任意一支闭塞者判定为前循环闭塞, 否则为后循环闭塞。

## 2.4. 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计分析软件包进行数据分析。正态分布的计量资料采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 不符合正态分布的计量资料则用中位数(四分位数) [M (P25, P75)]表示, 两组间比较用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料用频数(n)和百分率(%)表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法; 双侧检验  $P \leq 0.05$  定义为差异具有统计学意义。

### 3. 结果

#### 3.1. 入组患者的一般基本资料

共 98 例纳入本项研究, 其中男性 49 例(50.00%), 年龄 33~90 岁, 首次头颅 CT 至发病时间 1~23 h, 入院 NIHSS 评分 0~38 分; LVO 者 39 例(39.79%), 其中 ALVO 组 25 例(25.51%), PLVO 组 14 例(14.29%); ASPECT 评分 1~10 分,  $V_{CBF<30\%}$  0~72 ml,  $V_{Tmax>6s}$  0~486 ml (见表 1)。

#### 3.2. 两组 RAPID 软件分析结果比较

LVO 组首次头颅 CT 至发病时间中位数为 2.5 h、入院 NIHSS 评分中位数为 13 分、ASPECT 评分中位数为 7 分、 $V_{CBF<30\%}$  中位数为 0 ml,  $V_{Tmax>6s}$  中位数为 118 ml; NLVO 组头颅 CT 至发病时间中位数为 6 h、入院 NIHSS 评分中位数为 3 分, ASPECT 评分中位数为 0 分、 $V_{CBF<30\%}$  中位数为 0 ml,  $V_{Tmax>6s}$  中位数为 0 ml, 以上差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ) (见表 2)。

#### 3.3. 急性前循环闭塞组和后循环闭塞组 RAPID 软件分析结果比较

ALVO 组头颅 CT 至发病时间中位数为 2.5 h、入院 NIHSS 评分中位数为 13 分, ASPECT 评分中位数为 6 分、 $V_{CBF<30\%}$  中位数为 11 ml,  $V_{Tmax>6s}$  中位数为 154 ml; PLVO 组头颅 CT 至发病时间中位数为 3 h、入院 NIHSS 评分中位数为 12.5 分, ASPECT 评分中位数为 9 分、 $V_{CBF<30\%}$  中位数为 0 ml,  $V_{Tmax>6s}$  中位数为 29.5 ml。两组相比, ASPECT 评分、 $V_{CBF<30\%}$ 、 $V_{Tmax>6s}$  差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ) (见表 3)。

**Table 1.** Clinical data of all patients with acute ischemic stroke

**表 1.** 急性缺血性卒中患者一般资料(例)

基本资料	病例数( $n = 98$ )
男性, $n(\%)$	49 (50.00%)
年龄(岁)	69.31 $\pm$ 12.54
发病到首次头 CT 时间 M ( $P25, P75$ ) (h)	4.0 (2.0, 8.25)
高血压病史, $n(\%)$	71 (72.44%)
糖尿病病史, $n(\%)$	34 (34.69%)
房颤, $n(\%)$	24 (24.49%)
大血管闭塞	39 (39.80%)
ICA	1 (1.02%)
ICA + MCA	4 (4.08%)
MCA	21 (21.43%)
PCA	2 (2.04%)
VA	4 (4.08%)
BA	7 (7.14%)
入院 NIHSS 评分 M ( $P25, P75$ )	5 (2, 12)
ASPECT 评分 M ( $P25, P75$ )	9 (7, 10)
$V_{CBF<30\%}$ M ( $P25, P75$ ) (ml)	0 (0, 0)
$V_{Tmax>6s}$ M ( $P25, P75$ ) (ml)	23 (0, 106.75)

ICA (internal carotid artery), 颈内动脉; MCA (middle cerebral artery), 大脑中动脉; PCA (posterior cerebral artery), 大脑后动脉; VA (vertebral artery), 椎动脉; BA (basilar artery), 基底动脉; NIHSS 评分(National Institutes of Health Stroke Scale), 美国国立卫生院卒中量表; ASPECT (Alberta stroke program early CT score), Alberta 卒中项目早期 CT 评分; CBF (cerebral blood flow), 脑血流量; Tmax (Time to peak of the residual function), 达峰时间。

**Table 2.** Comparison of baseline data and RAPID date between large vessel occlusion group and non large vessel occlusion group**表 2.** 大血管闭塞组和非大血管闭塞组基线资料和 RAPID 结果比较

变量	LVO group (n = 39)	NLVO group (n = 59)	z 统计量	P
首次头颅 CT 至发病时间 M (P25, P75) (h)	2.5 (2, 4)	6 (3, 10)	-3.961	0.000
入院 NIHSS 评分 M (P25, P75)	13 (9, 18)	3 (1, 5)	-6.129	0.000
ASPECT 评分 M (P25, P75)	7 (6, 9)	10 (9, 10)	-4.783	0.000
V <sub>CBF&lt;30%</sub> M (P25, P75) (ml)	0 (0, 17)	0 (0, 0)	-4.465	0.000
V <sub>Tmax&gt;6s</sub> M (P25, P75) (ml)	118 (31, 191)	0 (0, 23)	-6.258	0.000

LVO (large vessel occlusion), 大血管闭塞; NLVO (non large vessel occlusion), 非大血管闭塞; ASPECT (Alberta stroke program early CT score), Alberta 卒中项目早期 CT 评分; CBF (cerebral blood flow), 脑血流量; Tmax (Time to peak of the residual function), 达峰时间。

**Table 3.** Comparison of RAPID date between anterior large vessel occlusion group and posterior large vessel occlusion**表 3.** 前后循环血管闭塞组 RAPID 结果比较

变量	ALVO (n = 25)	PLVO (n = 14)	Z 统计量	P
首次头颅 CT 至发病时间 M (P25, P75) (h)	2.5 (2, 3)	3 (2, 6.75)	-0.661	0.509
入院 NIHSS 评分 M (P25, P75)	13 (11, 17)	12.5 (3.75, 27.25)	-0.44	0.660
ASPECT 评分 M (P25, P75)	6 (5, 7.5)	9 (7.75, 10)	-3.456	0.001
V <sub>CBF&lt;30%</sub> M (P25, P75) (ml)	11 (0, 25.5)	0 (0, 0)	-3.258	0.001
V <sub>Tmax&gt;6s</sub> M (P25, P75) (ml)	154 (89, 202.5)	29.5 (0, 117.25)	-3.427	0.000

ALVO (anterior large vessel occlusion), 前循环大血管闭塞; PLVO (posterior large vessel occlusion), 后循环大血管闭塞; ASPECT (Alberta stroke program early CT score), Alberta 卒中项目早期 CT 评分; CBF (cerebral blood flow) 脑血流量; Tmax (Time to peak of the residual function), 达峰时间。

## 4. 讨论

本研究发现发病 24 小时以内的 AIS 患者, 急性大血管闭塞者约为 40%, 以前循环大血管闭塞为主, 大血管闭塞组神经功能缺损更严重, 更倾向于在 3 小时以内到达医院。这提示大血管闭塞在缺血性卒中比例较大, 尤其对于发病时间短而 NIHSS 评分高的患者, 有必要进行 CTA 检查筛查是否为大血管闭塞所致。

既往研究表明, 血管内治疗前 ASPECT 评分 > 6 分与治疗预后良好相关[6], 因此, ASPECT 评分已经成为血管内治疗前的重要评估项目之一[7]。RAPID-ASPECT 评分根据脑组织含水量的改变进行评估, 具有兼顾评估部位和梗死体积的作用, 具有快速、简便等特点, 能够避免人工评估技术员之间差异较大、容易漏诊等缺点。本研究发现, 大血管闭塞组 24 小时内 ASPECT 评分中位数为 7 分, 而非大血管闭塞组为 10 分, 提示大血管闭塞更容易在 24 小时内出现低密度病灶, 而小血管闭塞则基本不出现。由于 ASPECT 主要针对 ALVO 进行评估, 因此, 本研究中 PLVO 组 ASPECT 评分显著高于 ALVO 组, 与预期的结果一致。

大量的前循环 CT 灌注成像研究结果表明, CTP 能够获得脑实质血流动力学信息, 根据脑灌注参数的变化来鉴别脑缺血的不同时期, 尤其对于缺血半暗带和梗死核心区的识别极其重要。RAPID 是一个完全自动化的软件包, 它使用了一种延迟不敏感的算法, 将缺血核心区定义为与对侧正常大脑半球相比, CBF 降低到 < 30% 的区域, 即 V<sub>CBF<30%</sub> [8]; 缺血半暗带则定义为对比剂到达最高峰的时间超过 6 秒的区域, 即

$V_{T_{max}>6s}$  [9], 在 DAWN [10]和 DEFUSE 3 [11]试验中均使用 RAPID 软化进行评估。本研究发现大血管闭塞组发病 24 小时内梗死核心体积很少超过 20 ml, 而缺血半暗带中位数达 118 ml, 提示大血管闭塞组梗死核心小而缺血半暗带大, 具有潜在的治疗价值, 更能够从血管内治疗中获益。非大血管闭塞组梗死核心基本为 0 ml, 缺血半暗带很少超过 20 ml, 提示 RAPID 软件对小血管闭塞所造成的血流动力学改变不敏感。

后循环的血液动力学与前循环具有明显的差异, 目前缺乏简单易行的评估方法, 有研究发现后循环梗死组的脑灌注参数在双侧枕叶、丘脑、中脑、小脑、脑桥等感兴趣区域存在差异, 并且具有统计学意义[12]。虽然该方法较准确, 但费时费力, 在急诊条件下难以实现。本研究发现 PLAO 组 71.42% (10/14 例)的患者仅在小脑和脑干部位出现  $T_{max>6s}$  大于 0 ml 的区域, 提示 RAPID 软件在识别后循环大血管闭塞血液动力学方面存在一定的价值, 因样本量较小, 尚需进一步研究。

本研究存在一定的局限性。首先本研究为单中心回顾性研究, 样本量小, 还需要 RAPID 软件在国内推广后扩大样本量以进行多中心前瞻性研究; 第二, RAPID 软件在后循环大血管闭塞中的应用价值有待于扩大样本量后分析其敏感度和特异度。

## 5. 总结

综上所述, 发病 24 小时内 AIS 患者中大血管闭塞发生率较高, 常规一站式计算机断层扫描后使用 RAPID 软件处理可快速计算出 ASPECT 评分、 $V_{CBF<30\%}$ 、 $V_{T_{max}>6s}$ , 根据 RAPID 图像特征判断是否为大血管闭塞和大血管闭塞的部位; RAPID 图像上仅在小脑和脑干部位出现  $T_{max>6s}$  大于 0 ml 的区域, 对于怀疑后循环大血管闭塞可能具有提示意义。

## 同意书

该研究已获得病人知情同意。

## 参考文献

- [1] 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组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [2] Eswaradass, P., Appireddy, R., Evans, J., et al. (2016) Imaging in Acute Stroke. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, **14**, 963-975. <https://doi.org/10.1080/14779072.2016.1196134>
- [3] 张萍, 张敏敏, 杨鹏飞, 等. RAPID 软件在急性缺血性脑卒中血管内治疗患者预后预测中的应用[J]. 第二军医大学学报, 2018, 39(9): 1013-1018.
- [4] Kauw, F., Heit, J.J., Martin, B.W., et al. (2020) Computed Tomography Perfusion Data for Acute Ischemic Stroke Evaluation Using Rapid Software: Pitfalls of Automated Postprocessing. *Journal of Computer Assisted Tomography*, **44**, 75-77. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000000946>
- [5] Barber, P.A., Demchuk, A.M., Zhang, J., et al. (2000) Validity and Reliability of a Quantitative Computed Tomography Score in Predicting Outcome of Hyperacute Stroke before Thrombolytic Therapy. *The Lancet*, **355**, 1670-1674. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02237-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02237-6)
- [6] 何源青, 马春宁, 马宁, 等. 两种 CT-ASPECTS 评分在单侧大脑中动脉闭塞所致 AIS 患者预后评估中的应用价值[J]. 临床医学研究与实践, 2020, 5(31): 61-63.
- [7] 杨鹏飞, 刘建民. 精益求精, 开创急性大血管闭塞性缺血性卒中病人精准救治新时代[J]. 中国侵袭神经外科, 2020, 20(5): 145-147.
- [8] Copelan, A.Z., Smith, E.R., Drocton, G.T., et al. (2020) Recent Administration of Iodinated Contrast Renders Core Infarct Estimation Inaccurate Using RAPID Software. *American Journal of Neuroradiology*, **41**, 2235-2242. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6908>
- [9] Koopman, M.S., Berkhemer, O.A., Geuskens, R.R.E.G., et al. (2019) Comparison of Three Commonly Used CT Perfusion Software Packages in Patients with Acute Ischemic Stroke. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, **11**, 1249-1256. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2019-014822>

- 
- [10] Nogueira, R.G., Jadhav, A.P., Haussen, D.C., *et al.* (2017) Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *New England Journal of Medicine*, **378**, 11-12. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1706442>
- [11] Albers, G.W., Marks, M.P., Kemp, S., *et al.* (2018) Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *New England Journal of Medicine*, **378**, 708-718. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1713973>
- [12] 田超, 杨天昊, 付乐君, 等. 后循环脑缺血及脑梗死超急性期的 CT 灌注成像研究[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(12): 1039-1046.