

论 著

Rapid软件CTP参数对缺血性脑卒中患者侧支循环及临床预后的评估价值*

叶 杨 陈 飞 辛立旭
董从松 姚立正 王 澍*
盐城市第三人民医院影像科
(江苏 盐城 224000)

【摘要】目的 分析Rapid软件CT灌注(CTP)参数对急性缺血性脑卒中(AIS)患者侧支循环及临床预后的评估价值。方法 选择本院2021年1月至2023年6月收治的AIS患者174例,所有患者均接受一站式CT检查,包CT平扫、CTP、CT血管成像(CTA),以多时相CTA结果进行侧支循环判定,随访3个月以改良Rankin量表进行预后判断,比较不同侧支循环和预后患者的Rapid软件CTP参数[达峰时间(Tmax)>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、脑血流量(CBF)<30%体积、缺血半暗带体积、不匹配比率(MMR)、脑血容量(CBV)指数、低灌注(HIR)指数];采用受试者工作特征(ROC)曲线分析CTP参数预测AIS预后的价值。结果 与侧支循环好组相比,侧支循环差组Tmax>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、CBF<30%体积及HIR指数均较高,MMR、CBV指数较低($P<0.05$)。与预后良好组相比,预后不良组Tmax>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、CBF<30%体积及HIR指数均较高,MMR、CBV指数较低($P<0.05$)。与预后良好组相比,预后不良组年龄、基线NIHSS评分、入院24 h NIHSS评分、住院时间、空腹血糖及心房颤动占比均较高($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析显示,术后24 h HINSS评分、CBF<30%体积、HIR指数升高均是AIS患者预后不良的独立危险因素($OR>1$, $P<0.05$),CBV指数升高是预后良好的保护因素($0<OR<1$, $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,CBF<30%体积、CBV指数、HIR指数及三者联合预测AIS患者预后不良的AUC(95%CI)分别为0.778(0.703~0.842)、0.801(0.730~0.862)、0.770(0.695~0.835)、0.885(0.822~0.931),联合预测效能高于单独应用($P<0.05$)。结论 Rapid软件CTP参数可有效评估AIS患者侧支循环状态,且CBF<30%体积、HIR指数、CBV指数联合检测可作为AIS患者预后判断的重要参考指标。

【关键词】Rapid软件; CT灌注;
急性缺血性脑卒中; 侧支循环;
临床预后; 预测

【中图分类号】R743.3

【文献标识码】A

【基金项目】江苏医药职业学院临床学院(盐城市第三人民医院)科研项目(20209116)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.07.008

Evaluation Value of CTP Parameters of Rapid Software on Collateral Circulation and Clinical Prognosis of Patients with Ischemic Stroke*

YE Yang, CHEN Fei, XIN Li-xu, DONG Cong-song, YAO Li-zheng, WANG Shu*.

Department of Imaging, Yancheng Third People's Hospital, Yancheng 224000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the value of Rapid software CT perfusion (CTP) parameters in evaluating collateral circulation and clinical prognosis of patients with acute ischemic stroke (AIS). **Methods** 174 AIS patients admitted to our hospital from January 2021 to June 2023 were selected. All patients received one-stop CT examination, including CT plain scan, CTP and CT angiography (CTA). The collateral circulation was evaluated based on the results of multi-temporal CTA, and the prognosis was evaluated by the modified Rankin scale after 3 months of follow-up. The Rapid software CTP parameters [peak time (Tmax) > 6 s volume, Tmax > 8 s volume, Tmax > 10 s volume, CBF < 30% volume, ischemic penumbra volume, mismatch ratio (MMR), CBV index, hypoperfusion (HIR) index] were compared in patients with different collateral circulation and prognosis. The prognostic value of CTP parameters in AIS was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Compared with the good collateral circulation group, the Tmax > 6 s volume, Tmax > 8 s volume, Tmax > 10 s volume, CBF < 30% volume and HIR index were higher in the poor collateral circulation group, and the MMR and CBV index were lower ($P<0.05$). Compared with the good prognosis group, the poor prognosis group had higher Tmax > 6 s volume, Tmax > 8 s volume, Tmax > 10 s volume, CBF < 30% volume and HIR index, and lower MMR and CBV index ($P<0.05$). Compared with the good prognosis group, the age, baseline NIHSS score, 24 h NIHSS score, length of hospital stay, fasting blood glucose and atrial fibrillation rate in the poor prognosis group were higher ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that HINSS score, CBF < 30% volume and HIR index increase at 24 h after surgery were independent risk factors for poor prognosis in AIS patients ($OR>1$, $P<0.05$), while CBV index increase was protective factor for good prognosis in AIS patients ($0<OR<1$, $P<0.05$). ROC curve analysis showed that The AUC (95%CI) of CBF < 30% volume, CBV index, HIR index and their combination in predicting poor prognosis of AIS patients were 0.778 (0.703~0.842), 0.801 (0.730~0.862), 0.770 (0.695~0.835), 0.885 (0.822~0.931), respectively, the combined prediction efficiency was higher than that of single application ($P<0.05$). **Conclusion** The CTP parameter of Rapid software can effectively evaluate the collateral circulation status of AIS patients, and the combined detection of CBF < 30% volume, HIR index and CBV index can be used as an important reference index for prognosis judgment of AIS patients.

Keywords: Rapid Software; CT Perfusion; Acute Ischemic Stroke; Collateral Circulation; Clinical Prognosis; Forecast

脑卒中已成为我国死亡原因及致残的第一大疾病,每年新发病例约200万,且以每年8.7%左右的速度增长^[1]。脑卒中的高发率和死亡率给患者家庭及社会带来了沉重的负担。急性缺血性脑梗死(AIS)占全部脑卒中约7成左右,静脉溶栓、血管内介入治疗是其的常用治疗方案,治疗方案的选择与发病时间窗密切相关,对于时间窗外的患者以及发病时间不明的患者需要依据影像学表现,充分评估后采取患者最大受益可能的治疗方案^[2-3]。因此,采用快速准确的影像学检查手段评估AIS患者侧支循环有助于治疗决策的制定和预后的判断。

计算机断层扫描灌注成像(CTP)是一种能够量化颅脑血流灌注情况的影像学技术,禁忌症少、缩短检查时间,在脑卒中的诊疗中广泛应用^[4]。侧支循环状态与AIS治疗方案的选择和预后密切相关,多时相CT血管成像技术(mCTA)是判断侧支循环的可靠方法,但其评估耗时且繁琐^[5]。Rapid软件是一款自动化CTP数据处理软件,CTP扫描结束后能快速在线评估梗死核心体积、缺血半暗带体积,能够快速筛选尚可挽救的AIS患者^[6]。目前基于Rapid软件的CTP参数用于AIS侧支循环和预后判断的研究在国内鲜有报道。本研究旨在分析Rapid软件CTP参数对AIS患者侧支循环及临床预后的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾本院2021年1月至2023年6月收治的174例AIS患者的临床及影像学资料,所有患者均接受一站式CT检查,包CT平扫、CTP、CT血管成像(CTA),其中男108例,女66例;年龄41~80岁,平均年龄(65.92±10.26)岁。

纳入标准: 首发AIS,发病24 h内入院;接受一站式CT检查,应用Rapid 软件自动分析脑灌注情况;接受急诊血管内治疗,适应证和治疗方式均符合《急性大血管闭塞性缺血性卒中血管内治疗中国专家共识(2019)》^[7],术后血管再通达到改良脑梗死溶栓(mTICI)2b级及以上;血管内治疗后均采用规范化缺血性卒中内科治疗;临床资料及影像学资料完整。**排除标准:** 影像学检查排除颅内出血者;围手术期发生的AIS;伴其他致死、致残性

【第一作者】叶 杨,女,副主任医师,主要研究方向:脑血管病、肿瘤影像、分子影像。E-mail: 52455983@qq.com

【通讯作者】王 澍,男,主任医师,主要研究方向:心血管及神经影像。E-mail: df57575757@163.com

疾病，如恶性肿瘤、严重感染、严重肝肾功能障碍或器官衰竭；术后3个月失访。本研究获得医院伦理委员会审核批准。

1.2 一站式CT检查方法 应用GE Discovery CT750 HD CT扫描仪进行颅脑CT检查。患者仰卧位，头部束缚带固定，头先进。CT平扫参数：管电压120 kV，管电流250 mAs，旋转速度1.0 s，层厚/层距5 mm，扫描野25 cm。然后进行CTP检查，采用高压注射器以4 mL/s的流速注射碘克沙醇(320 mgI/mL)40 mL，随后注射生理盐水20 mL，对平扫异常感兴趣区(ROI)及其周围2~5 cm范围进行灌注成像扫描，扫描参数：管电压70 kV，管电流125 mAs，旋转速度1.0 s，层厚/层距5 mm，矩阵512×512；10 min后进行CTA扫描，以4 mL/s的流速注射碘克沙醇(320 mgI/mL)60 mL，随后注射生理盐水20 mL；延迟5 s开始扫描，层厚0.625 mm。

1.3 图像分析 将扫描数据导入Rapid软件，美国iSchema View成像公司，自动获取CTP参数，包括达峰时间(Tmax)>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、脑血流量(CBF)<30%体积、缺血半暗带体积(梗死-灌注不匹配区)、不匹配比率(MMR)、脑血容量(CBV)指数、低灌注指数(HIR指数)。

1.4 侧支循环判定 数据上传后GE AW4.7处理工作站，根据CTP源图图像进行最大密度投影重建，获得多时相CTA(mCTA)图像，包括动脉期、平衡期和延迟期，重建层厚1.25 mm，层间距5 mm，由2名5年以上神经放射科医师进行独立判读结果，结果不一致者由第3名主任医师判断。依据mCTA侧支循环评分法^[8]判断侧支循环状态：0分：患侧各时相均未见血管显影；1分：与健侧相比，患侧各时相均有少量血管显影；2分：与健侧相比，患侧远端血管的充盈有2个时相延迟且显影减少，或有1个时相延迟且部分区域未见血管显影；3分：与检测相比，患侧远端血管的充盈有2个时相延迟但显影正常，或有1个时相延迟且显影血管明显减少；4分：与健侧相比，患侧远端血管的充盈有1个时相延迟但

显影正常；5分：与健侧相比，患侧远端血管显影正常无延迟时相。将4~5分定义为侧支循环好，纳入侧支循环好组，0~3分定义为侧支循环差，纳入侧支循环差组。

1.5 临床资料收集 收集患者的性别、年龄、合并症(高血压病、糖尿病、心房颤动)、吸烟史、饮酒史、是否进行静脉溶栓，统计发病至入院时间、入院时及术后24 h的美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、取栓次数、住院时间、入院时的生化指标(空腹血糖、甘油三酯和总胆固醇)，明确病灶位置。

1.6 预后判定 采用术后3个月改良Rankin量表(mRS)评分^[9]进行预后判定，将mRS评分≤2分判定为预后良好，纳入预后良好组，将mRS评分>2分判定为预后不良，纳入预后不良组。

1.7 统计学方法 采用SPSS 24.0软件分析数据，正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验；非正态分布的计量资料用中位数M(Q25, Q75)表示，并采用Mann-whitney U检验；计数资料用例或%表示，采用 χ^2 或秩和检验；以mRS为预后判断标准，绘制受试者工作特征(ROC)曲线，计算Rapid软件CTP参数预测AIS患者预后的灵敏度、特异度、准确度及AUC(95%CI)。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 侧支循环好组与侧支循环差组患者Rapid软件CTP参数比较 与侧支循环好组相比，侧支循环差组Tmax>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、CBF<30%体积及HIR指数均较高，MMR、CBV指数较低，差异均有统计学意义(P<0.05)。见表1。

2.2 预后良好组与预后不良组患者Rapid软件CTP参数比较 与预后良好组相比，预后不良组Tmax>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、CBF<30%体积及HIR指数均较高，MMR、CBV指数较低，差异均有统计学意义(P<0.05)。见表2。

表1 侧支循环好组与侧支循环差组患者Rapid软件CTP参数比较

CTP	侧支循环好组(n=96)	侧支循环差组(n=78)	U	P
Tmax>6 s体积(mL)	134.58(76.24,181.05)	165.88(128.05,260.80)	-2.419	0.003
Tmax>8 s体积(mL)	77.66(46.91,138.49)	128.61(86.93,197.35)	-3.035	0.000
Tmax>10 s体积(mL)	42.90(16.33,98.47)	93.21(42.81,245.40)	-4.112	0.000
CBF<30%体积(mL)	6.91(1.33,23.50)	35.81(14.40,75.89)	-5.234	0.000
缺血半暗带体积(mL)	127.67(74.91,157.55)	130.07(113.65,184.91)	-2.035	0.061
MMR	20.44(7.90,84.48)	7.38(3.60,18.47)	3.118	0.000
CBV指数	0.93(0.76,0.99)	0.71(0.48,0.93)	3.294	0.000
HIR指数	0.31(0.21,0.54)	0.56(0.33,0.94)	-5.610	0.000

注：Tmax：达峰时间；MMR：不匹配比率，Tmax>6 s体积/CBF<30%体积；CBV指数：Tmax>6 s脑血容量/Tmax≤4 s脑血容量比值；HIR指数：低灌注指数，Tmax>10 s体积/Tmax>6 s体积比值。

表2 预后良好组与预后不良组患者Rapid软件CTP参数比较

CTP	预后良好组(n=122)	预后不良组(n=52)	U	P
Tmax>6 s体积(mL)	131.50(72.33,189.50)	171.44(132.40,265.71)	-2.941	0.001
Tmax>8 s体积(mL)	76.00(45.23,139.87)	130.64(85.43,196.71)	-3.130	0.000
Tmax>10 s体积(mL)	42.87(15.36,100.24)	95.91(45.32,246.38)	-4.509	0.000
CBF<30%体积(mL)	6.52(0.00,24.01)	36.95(15.88,76.54)	-5.421	0.000
缺血半暗带体积(mL)	124.98(72.33,165.49)	134.49(116.52,189.17)	-1.568	0.090
MMR	16.17(5.34,69.00)	4.40(2.30,12.55)	3.950	0.000
CBV指数	0.89(0.72,0.98)	0.67(0.41,0.90)	4.506	0.000
HIR指数	0.33(0.21,0.53)	0.56(0.34,0.93)	-7.153	0.000

注：Tmax：达峰时间；MMR：不匹配比率，Tmax>6 s体积/CBF<30%体积；CBV指数：Tmax>6 s脑血容量/Tmax≤4 s脑血容量比值；HIR指数：低灌注指数，Tmax>10 s体积/Tmax>6 s体积比值。

2.3 预后良好组与预后不良组临床资料比较 与预后良好组相比，预后不良组年龄、基线NIHSS评分、入院24 h NIHSS评分、住院时间、空腹血糖及心房颤动占比均较高，差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表3。

2.4 Logistic回归分析AIS患者预后不良的影响因素 将临床中可能影响AIS预后的因素、影像学参数为自变量，其中年龄、基线及术后24 h的NIHSS评分、住院时间、空腹血糖赋值为连续变量，心房颤动(合并=1, 未合并=0)，以AIS的预后转归(预后不良=1, 预后良好=0)为因变量，纳入多因素Logistic回归分析模型，采用逐步后退法分析。结果显示，术后24 h HINSS评分、CBF<30%体积、HIR指数升高均是AIS患者预后不良的独立危险因素($OR>1$, $P<0.05$)，CBV指数升高是预后良好的保护因素($0<OR<1$, $P<0.05$)。见表4。

2.5 ROC曲线评估CTP参数预测AIS患者预后不良的临床价值 ROC曲线分析显示，CBF<30%体积、CBV指数、HIR指数预测AIS患者预后不良的AUC(95%CI)分别为0.778(0.703~0.842)、0.801(0.730~0.862)、0.770(0.695~0.835)，三者联合应用(LogP模型)预测AIS患者预后不良的AUC(95%CI)为0.885(0.822~0.931)，联合应用的特异度和AUC均较单独应用提升，且联合应用的预测效能高于单独应用($Z=3.138$, $P=0.002$; $Z=2.016$, $P=0.042$; $Z=3.129$, $P=0.001$)。见表5和图1。

2.6 典型病例 患者男，53岁，因“言语不能伴右侧肢体无力1h余”入院，接受急诊阿替普酶溶栓治疗，完善头颈CTA、CTP等检查，接受经导管颅内血管血栓去除术治疗，术中诊断为左侧颈内动脉闭塞脑梗死。典型病例影像学检查结果，见图2。

表3 预后良好组与预后不良组临床资料比较

临床资料	预后良好组 (n=122)	预后不良组 (n=52)	t/ χ^2	P
男性/n(%)	72(59.02)	36(69.23)	1.616	0.204
年龄/岁	64.36±10.11	69.59±8.30	-3.229	0.002
合并症/n(%)				
高血压	70(60.66)	35(67.31)	0.689	0.406
糖尿病	19(15.57)	11(21.15)	0.796	0.372
心房颤动	36(29.51)	28(53.85)	9.288	0.002
吸烟史/n(%)	31(25.41)	15(28.85)	0.221	0.638
饮酒史/n(%)	19(15.57)	14(26.92)	3.056	0.080
静脉溶栓/n(%)	43(35.25)	14(26.92)	1.147	0.284
发病至入院时间/h	6.23±1.95	6.70±2.12	-1.381	0.169
基线NIHSS评分/分	14.11±3.38	18.05±5.15	-5.739	0.000
术后24h NIHSS评分/分	10.58±2.91	24.38±4.04	-24.479	0.000
病灶位置/n(%)				
颈内动脉	9(7.38)	5(9.62)	0.639	0.523
大脑中动脉	112(91.80%)	47(90.38)		
大脑前动脉	1(0.82)	0		
取栓次数/[M(Q1,Q3)]	2(1, 3)	2(1, 4)	-1.344	0.155
住院时间/d	19.11±5.42	25.36±6.50	-6.357	0.000
空腹血糖/mmol/L	6.42±1.90	7.51±1.95	-3.354	0.001
甘油三酯/mmol/L	1.39±0.18	1.45±0.24	-1.754	0.081
总胆固醇/mmol/L	4.10±0.95	4.21±1.01	-0.655	0.514

表4 Logistic回归分析AIS患者预后不良的影响因素

因素	β	Se	Wald χ^2	P	OR	95%CI
术后24 h HINSS评分	0.598	0.211	8.032	0.001	1.818	1.105~2.661
CBF<30%体积	0.754	0.242	9.708	0.000	2.125	1.336~3.336
CBV指数	-0.245	0.075	10.671	0.000	0.783	0.619~0.954
HIR指数	1.422	0.343	17.187	0.000	4.145	2.190~7.198

表5 ROC曲线评估CTP参数预测预后不良的临床价值

CTP参数	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	AUC(95%CI)
CBF<30%体积	77.00 mL	80.77(42/52)	71.31(87/122)	0.521	0.778(0.703~0.842)
CBV指数	0.89	73.08(38/52)	78.69(96/122)	0.518	0.801(0.730~0.862)
HIR指数	0.31	71.15(37/52)	80.33(98/122)	0.515	0.770(0.695~0.835)
联合检测	—	78.85(41/52)	93.44(114/122)	0.723	0.885(0.822~0.931)

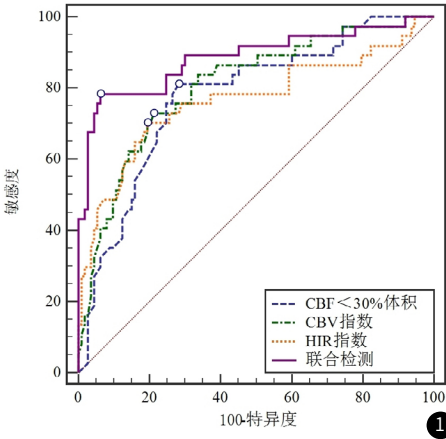


图1 CTP参数预测预后不良的ROC曲线图。

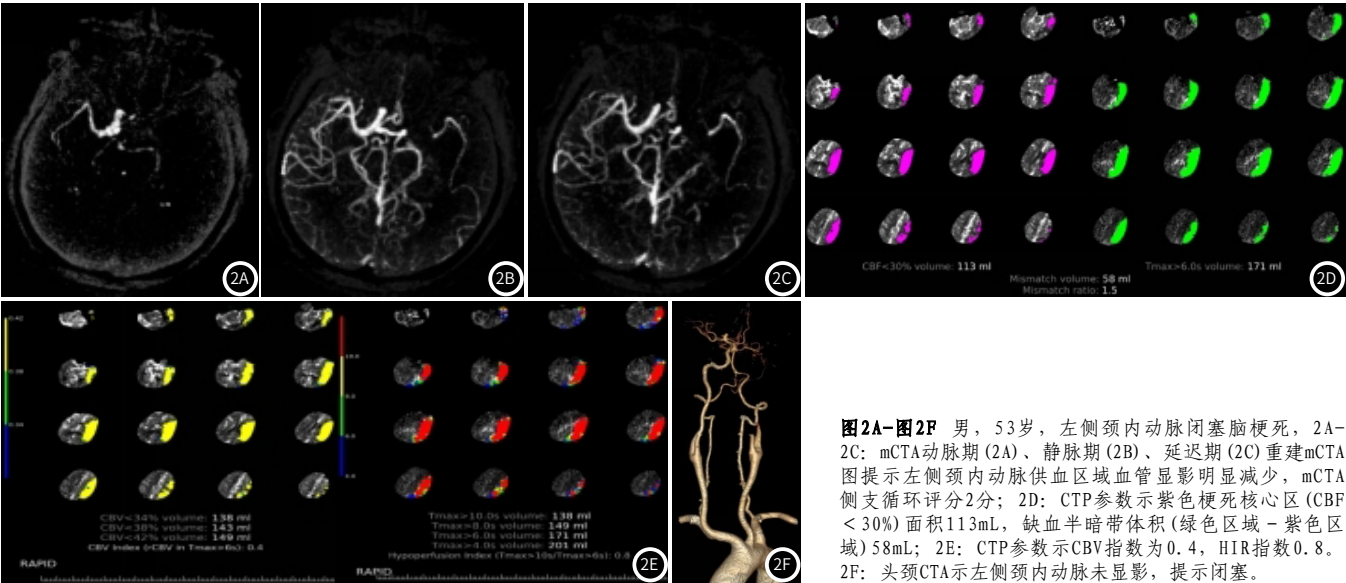


图2A-图2F 男，53岁，左侧颈内动脉闭塞脑梗死，2A-2C: mCTA动脉期(2A)、静脉期(2B)、延迟期(2C)重建mCTA图提示左侧颈内动脉供血区域血管显影明显减少，mCTA侧支循环评分2分；2D: CTP参数示紫色梗死核心区(CBF<30%)面积113mL，缺血半暗带体积(绿色区域-紫色区域)58mL；2E: CTP参数示CBV指数为0.4，HIR指数0.8。2F: 头颈CTA示左侧颈内动脉未显影，提示闭塞。

3 讨论

AIS的临床抢救方案高度依赖时间窗,时间窗内的患者早期灌注治疗后多数可实现梗死灶可逆性转变,时间窗外的患者需要依据患者的临床和影像学表现进行治疗决策的制定。因此早期快速准确的评估梗死灶侧支循环状态对指导治疗决策制定、预后转归有重要临床意义。CTP扫描数据后处理软件有多种版本,不同版本对缺血灶组织的评估结果有所差异^[10]。Rapid软件是FDA认可的自动化CTP后处理软件,有学者报道指出,应用Rapid软件获取CTP数据能帮助临床医师快速评估病情,将血管内介入治疗的时间窗由6h延长至24h^[11-12]。Yedavalli等^[13]研究显示,基于RAPID软件处理平扫CT能够早期识别大血管闭塞侧支循环状态,筛选出能够从血栓切除术中获益的患者,并且表现出较高的灵敏度和特异度。Rapid软件处理CTP扫描数据能够快速明确诊断,分析其对AIS患者侧支循环及临床预后的评估机制有重要临床意义。

本研究发现,与侧支循环好组相比,侧支循环差组Tmax>6 s体积、Tmax>8 s体积、Tmax>10 s体积、CBF<30%体积及HIR指数均较高,MMR、CBV指数较低,提示Rapid软件CTP参数可有效评估AIS患者侧支循环状态。尽力挽救缺血半暗带而避免其转化为梗死区对患者再灌注治疗至关重要,但目前尚无独立的灌注参数可准确区分尚可挽救或进展为梗死灶的缺血半暗带^[14]。Tmax时间越长说明脑缺血越严重,Tmax>6 s、8 s、10 s的脑缺血情况依次加重,侧支循环充盈速度依次减慢^[15]。在CTP上,Tmax>6 s区域定义为低灌注区,并将低灌注区域与梗死核心(CBF<30%)的不匹配区域定义为缺血半暗带,并在临床中广泛使用。

MMR定义为Tmax>6 s与CBF<30%体积比。王铁功^[16]研究发现,不同侧支循环状态的AIS患者Tmax>8 s、10 s、MMR等CTP参数均存在差异,与本研究结果相符。CBV指数为Tmax>6 s与Tmax≤4 s的CBV比,HIR指数为Tmax>10 s与Tmax>6 s体积比。Imaoka等^[17]研究发现,HIR和CBV指数与颅内动脉粥样硬化性狭窄(ICAS)密切相关,且能作为血管内血栓切除术前预测ICAS的可靠影像学参数。Wang等^[18]应用自动化后处理软件(Siemens Syngo.via)获取CTP参数,结果显示侧支循环较差的HIR指数降低,且与mCTA评分密切相关。研究显示,HIR指数与侧支循环和梗死灶进展程度存在明显的关联,且HIR指数<0.40是区分ASITN/SIR量表0~2分与3~4分的最佳参数^[19]。由上述研究可知多个CTP参数均可作为侧支循环代偿状态评估的可靠指标。

本研究多因素Logistic回归分析显示,术后24 h HINSS评分、CBF<30%体积、HIR指数升高均是预后不良的独立危险因素,CBV指数升高是预后良好的保护因素。CBF<30%体积越大提示梗死核心体积越大,Yang等^[20]报道显示,CBF<30%体积超过90 mL的大面积梗死患者不太可能从机械取栓术中获益,CBF<30%体积是预测预后的独立指标。Lacidogna等^[21]报道显示,CBF<30%体积是预测最终梗死体积的预测因子。提示梗死核心体积越大,梗死灶进展速度越快,患者最终的临床结局越差。Ai等^[19]报道指出,HIR指数不仅与侧支循环有关,并且与mRS呈显著负相关,提示治疗前进行HIR指数评估有助于预测AIS的临床结局。另有报道认为,与mCTA侧支循环评分相比,HIR指数与大血管闭塞患者的临床结局关系更加紧密($r=0.852$, $P<0.001$),以HIR<0.3为阈值预测临床结局的AUC高于mCTA(0.968 vs. 0.741)^[22]。研究发现,接受血管内治疗的AIS患者CBV指数越高,则从血管内治疗中获益更大,临床预后更好^[23]。本研究ROC曲线分析显示,CBF<30%体积、CBV指数、HIR指数预测AIS患者预后不良的AUC为0.778、0.801、0.770,三者联合应用预测AIS患者预后不良的AUC为0.885,预测效能高于单独应用,提示三者联合能够为AIS临床转归的预测提供证据支持。CTP依据血流灌注情况间接反映梗死区脑组织进展情况,通过评估侧支循环状态预测缺血再灌注情况,从而为临床医生及早做出治疗决策提供客观证据。

综上所述,Rapid软件CTP参数可有效评估AIS患者侧支循环状态,且CBF<30%体积、HIR指数、CBV指数联合检测可作为AIS患者预后判断的重要参考指标,提示临床及早干预以期改善临床预后。

参考文献

- [1]郭雨欣,姜俊豪,曹芳,等.2019年中国脑卒中性别和年龄别疾病负担及其危险因素[J].中南大学学报(医学版),2023,48(8):1217-1224.
- [2]Saini V,Guada L,Yavagal D R.Global epidemiology of stroke and access to acute ischemic stroke interventions[J].Neurology,2021,97(20-2):S6-S16.
- [3]Jadhav A P,Desai S M,Jovin T G.Indications for mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke:current guidelines and beyond[J].Neurology,2021,97(20-2):S126-S136.
- [4]Sartor-Pfeiffer J,Lingel M,Stefanou M I,et al.Computed tomography perfusion imaging-guided intravenous thrombolysis in acute minor ischemic stroke[J].Front Neurol,2023,14:1284058.
- [5]Lin Y,Kang N,Kang J,et al.Predictive value of time-variant color-coded multiphase CT angiography (mCTA) regarding clinical outcome of acute ischemic stroke:in comparison with conventional mCTA and CT perfusion[J].Acta Radiol,2022,63(1):84-92.
- [6]Zhang Y,Song S,Li Z,et al.The application of software "rapid processing of perfusion and diffusion" in acute ischemic stroke[J].Brain Sci,2022,12(11):1451.
- [7]国家卫生健康委脑卒中防治工程委员会,中华医学会神经外科学分会神经介入学组,中华医学会放射学分会介入学组,等.急性大血管闭塞性缺血性卒中血管内治疗中国专家共识(2019年修订版)[J].中华神经外科杂志,2019,35(9):868-879.
- [8]Lu S S,Zhang X,Xu X Q,et al.Comparison of CT angiography collaterals for predicting target perfusion profile and clinical outcome in patients with acute ischemic stroke[J].Eur Radiol,2019,29(9):4922-4929.
- [9]张磊,刘建民.改良Rankin量表[J].中华神经外科杂志,2012,28(5):512.
- [10]Ladumor H,Vilanilam G K,Ameli S,et al.CT perfusion in stroke:comparing conventional and RAPID automated software[J].Curr Probl Diagn Radiol,2023,S0363-0188(23)00159-7.
- [11]Tsurukiri J,Ota T,Jimbo H,et al.Thrombectomy for stroke at 6-24 hours without perfusion CT software for patient selection[J].J Stroke Cerebrovasc Dis,2019,28(3):774-781.
- [12]Shang X,Lin M,Zhang S,et al.Clinical outcomes of endovascular treatment within 24 hours in patients with mild ischemic stroke and perfusion imaging selection[J].AJNR Am J Neuroradiol,2018,39(6):1083-1087.
- [13]Yedavalli V,Heit J J,Dehkharghani S,et al.Performance of RAPID noncontrast CT stroke platform in large vessel occlusion and intracranial hemorrhage detection[J].Front Neurol,2023,14:1324088.
- [14]于蒙蒙,任昕展,邓雯雯,等.全脑CT灌注联合头颈部CTA"一站式"检查在前循环急性缺血性脑卒中的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(7):8-11.
- [15]Chung K J,Khaw A V,Lee D H,et al.Low-dose CT Perfusion with sparse-view filtered back projection in acute ischemic stroke[J].Acad Radiol,2022,29(10):1502-1511.
- [16]王铁功.多模态CT定量分析在急性缺血性脑卒中前循环大血管闭塞中的应用研究[D].中国人民解放军海军军医大学,2021.
- [17]Imaoka Y,Shindo S,Miura M,et al.Hypoperfusion intensity ratio and CBV index as predictive parameters to identify underlying intracranial atherosclerotic stenosis in endovascular thrombectomy[J].J Neuroradiol,2023,50(4):424-430.
- [18]Wang C M,Chang Y M,Sung P S,et al.Hypoperfusion index ratio as a surrogate of collateral scoring on CT angiogram in large vessel stroke[J].J Clin Med,2021,10(6):1296.
- [19]Ai Z,Jiang L,Zhao B,et al.Hypoperfusion intensity ratio correlates with angiographic collaterals and infarct growth in acute stroke with thrombectomy[J].Curr Med Imaging,2023,19(13):1561-1569.
- [20]Yang H,Lin D,Lin X,et al.Outcomes and CT perfusion thresholds of mechanical thrombectomy for patients with large ischemic core lesions[J].Front Neurol,2022,13:856403.
- [21]Lacidogna G,Pitocchi F,Mascolo A P,et al.CT Perfusion as a predictor of the final infarct volume in patients with tandem occlusion[J].J Pers Med,2023,13(2):342.
- [22]Wan Z,Meng Z,Xie S,et al.Correlation between hypoperfusion intensity ratio and functional outcome in large-vessel occlusion acute ischemic stroke:comparison with multi-phase CT angiography[J].J Clin Med,2022,11(18):5274.
- [23]Li B H,Wang J H,Yang S,et al.Cerebral blood volume index may be a predictor of independent outcome of thrombectomy in stroke patients with low ASPECTS[J].J Clin Neurosci,2022,103:188-192.

(收稿日期:2024-05-16)

(校对编辑:翁佳鸿、韩敏求)