

论 著

不同CT灌注参数对急性脑梗死诊断及预后判断

曹红举* 贾兆刚 孙丽娜

中国人民武装警察部队特色医学中心医学影像科(天津 300162)

【摘要】目的 探讨不同CT灌注成像(CTP)参数诊断急性脑梗死的效能,并分析各参数预测急性脑梗死患者预后的效能。**方法** 回顾性分析我院2018年1月至2020年1月收治的急性脑梗死患者的影像资料,分析不同CTP参数脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、平均通过时间(MTT)以及达峰时间(TTP)对急性脑梗死的诊断价值以及对预后的预测价值。**结果** 急性脑梗死患者脑梗死区的CBV和CBF显著低于脑健侧区($P<0.05$),脑梗死区的MTT和TTP显著高于脑健侧区($P<0.05$);CBV诊断急性脑梗死的AUC值为0.918、敏感度为95.52%、特异度为82.09%,CBF诊断急性脑梗死的曲线下面积值(AUC)值为0.971、敏感度为94.03%、特异度为95.52%,MTT诊断急性脑梗死的AUC值为0.983、敏感度为95.52%、特异度为97.01%,TTP诊断急性脑梗死的AUC值为0.776、敏感度为74.63%、特异度为71.64%,其中MTT诊断急性脑梗死的AUC值最高($P<0.05$);改良RANKIN量表(mRS)评分0~2分的患者有48例,mRS评分为3~6分的患者有34例;预后不良患者的CBV和CBF显著低于预后良好患者($P<0.05$),预后不良患者的MTT和TTP显著高于预后良好患者($P<0.05$);CBV预测急性脑梗死患者预后的AUC值为0.950、敏感度为96.43%、特异度为84.62%,CBF诊断急性脑梗死的AUC值为0.813、敏感度为92.86%、特异度为58.94%,MTT诊断急性脑梗死的AUC值为0.835、敏感度为64.29%、特异度为94.87%,TTP诊断急性脑梗死的AUC值为0.808、敏感度为85.81%、特异度为66.67%,其中CBV预测急性脑梗死患者预后的AUC值最高($P<0.05$)。**结论** 不同CTP参数可以用于诊断急性脑梗死,其中MTT诊断敏感度和特异度最高,结合不同CTP参数在预测急性脑梗死患者预后情况上也有较好的敏感度和特异度。

【关键词】 急性脑梗死;CT灌注成像;诊断;预后
【中图分类号】 R445.3
【文献标识码】 A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.12.004

Different CT Perfusion Parameters in the Diagnosis and Prognosis of Acute Cerebral Infarction

CAO Hong-ju*, JIA Zhao-gang, SUN Li-na.

Medical imaging department, Characteristic medical center of the Chinese people's Armed Police Force, Tianjin 300162, China

ABSTRACT

Objective The aim of this study was to analyze the efficacy of different CT perfusion (CTP) parameters in the diagnosis and prognosis of acute cerebral infarction. **Methods** The imaging data of patients with acute cerebral infarction admitted to the hospital between January 2018 and January 2020 were retrospectively analyzed. The value of different CTP parameters [cerebral blood volume (CBV), cerebral blood flow (CBF), mean transit time (MTT) and time to peak (TTP)] in the diagnosis and prognosis of acute cerebral infarction was analyzed. **Results** Compared with the healthy side, CBV and CBF were significantly lower, MTT and TTP were significantly longer in the infarction area ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) values, sensitivity and specificity of CBV, CBF, MTT, and TTP to diagnose acute cerebral infarction were (0.918, 95.52% and 82.09%), (0.971, 94.03% and 95.52%), (0.983, 95.52% and 97.01%), and (0.776, 74.63% and 71.64%), respectively. The AUC of MTT was the highest ($P<0.05$). According to the modified Rankin scale (mRS) score, the patients were divided into good prognosis group (mRS score of 0-2, 48 patients) and poor prognosis group (mRS score of 3-6, 34 patients). The poor prognosis group had significantly lower CBV and CBF, and significantly longer MTT and TTP, compared with the good prognosis group ($P<0.05$). The AUC values, sensitivity and specificity of CBV, CBF, MTT, and TTP to predict the prognosis of acute cerebral infarction were (0.950, 96.43% and 84.62%), (0.813, 92.86% and 58.94%), (0.835, 64.29% and 94.87%), and (0.808, 85.81% and 66.67%), respectively. The AUC of CBV was the highest ($P<0.05$). **Conclusion** CTP parameters can be used to diagnose acute cerebral infarction, and MTT has the highest diagnostic sensitivity and specificity. Combined use of different CTP parameters can improve the prognostic sensitivity and specificity for patients with acute cerebral infarction.

Keywords: Acute Cerebral Infarction; CT Perfusion Imaging; Diagnosis; Prognosis

脑梗死又被称为缺血性脑卒中,约占脑卒中患者的60%~80%,其主要是由于脑供血不足导致的脑部缺血或缺氧,是导致脑卒中患者死亡的主要原因之一^[1]。临床上治疗急性脑梗死主要是针对缺血半暗带区域进行干预,研究发现对于脑梗死、特别是急性脑梗死患者而言,及时进行干预和治疗对改善其预后,降低病死率等至关重要,因此早期诊断意义重大^[2-3]。电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)是临床上对脑梗死患者常用的影像学技术,但是由于脑梗死患者早期脑组织尚未发生变化,常规CT检查往往无法观察到病灶,因而不能对脑梗死做出早期诊断^[4]。CT灌注成像(computed tomography perfusion imaging, CTP)不同于常规的CT扫描,它可以观察到急性脑梗死的病灶情况,并可以检测其相关的血流动力学变化,且具有扫描速度快,检查时间短等优点^[5]。因此,本文以我院2018年1月至2020年1月收治的急性脑梗死患者为研究对象,回顾性分析患者的影像资料,分析CTP在急性脑梗死上的诊断价值和其对患者预后的预测价值,以期CTP在急性脑梗死患者中诊断和预后评估提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 收集我院2018年1月至2020年1月收治的急性脑梗死患者的临床资料。

纳入标准:急性脑梗死患者均符合中国急性缺血性脑卒中诊治指南的相关诊断标准^[6];初次发病;均经CTP检查;影像资料清晰完整。排除标准:心、肝、肾等脏器功能不全者;碘对比剂过敏者;精神功能障碍者。根据纳入、排除标准最终入组82例急性脑梗死患者,其中男性45例,女性37例;年龄52~69岁,平均年龄(60.25±2.24)岁;高血压22例,高血脂17例,糖尿病11例;吸烟史33例,饮酒史21例。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关要求。

1.2 方法

1.2.1 CTP扫描 患者呈仰卧位,使用西门子Definition Flash 双源CT对患者头部进行扫描,先进行CT平扫,完成后经肘静脉以3mL/s速率使用高压注射器注射碘对比剂50mL,再以相同速率注射50mL生理盐水,注射完成后进行CTP扫描。参数设置:电压(80kV),电流(220mAs),层厚(0.8mm),层间距(0.5mm),矩阵(512×512),准直径(128mm×0.625mm),视野(220mm×220mm)。

1.2.2 随访3个月 根据患者情况使用改良RANKIN量表(Modified Rankin Scale, mRS)评估预后,分数为0~6分,mRS评分≤2分为预后良好,mRS评分>2分为预后不良。预调查Cronbach's系数为0.742。

【第一作者】 曹红举,男,医师,主要研究方向:神经系统疾病影像学诊断方面。E-mail: caohongju123456789@163.com

【通讯作者】 曹红举

1.3 图像处理分析 将CTP扫描图像上传至工作站进行处理，以脑中线为中轴，使用软件对称性测量患者脑梗死区和脑健侧区的各灌注参数，包括脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、平均通过时间(mean transit time, MTT)、达峰时间(time to peak, TTP)等。

1.4 统计学方法 数据采用SPSS 22.0软件处理分析，计量数据结果以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，2组间独立样本t检验。使用Medcalc软件绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线进行分析，以患者脑梗死区(阳性)和脑健侧区(阴性)为标准，计算不同CTP参数的曲线下面积值(area under curve, AUC)值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 急性脑梗死患者脑梗死区和脑健侧区的CTP参数比较 CTP检查发现，急性脑梗死患者脑梗死区的CBV和CBF显著低于脑健侧区($P<0.05$)，脑梗死区的MTT和TTP显著高于脑健侧区($P<0.05$)，见表1。

2.2 急性脑梗死患者不同CTP参数诊断效能比较 ROC曲线分析发现，CBV诊断急性脑梗死的AUC值为0.918、敏感度为95.52%、特异度为82.09%，CBF诊断急性脑梗死的AUC值为

0.971、敏感度为94.03%、特异度为95.52%，MTT诊断急性脑梗死的AUC值为0.983、敏感度为95.52%、特异度为97.01%，TTP诊断急性脑梗死的AUC值为0.776、敏感度为74.63%、特异度为71.64%，其中MTT诊断急性脑梗死的AUC值最高($P<0.05$)，见表2、图1。

2.3 预后良好和不良的急性脑梗死患者脑梗死区的CTP参数比较 随访3个月评估急性脑梗死患者预后情况发现，mRS评分0~2分的患者有48例，mRS评分为3~6分的患者有34例。预后不良患者的CBV和CBF显著低于预后良好患者($P<0.05$)，预后不良患者的MTT和TTP显著高于预后良好患者($P<0.05$)，见表3。

2.4 急性脑梗死患者不同CTP参数对预后的预测情况 ROC曲线分析发现，CBV预测急性脑梗死患者预后的AUC值为0.950、敏感度为96.43%、特异度为84.62%，CBF诊断急性脑梗死的AUC值为0.813、敏感度为92.86%、特异度为58.94%，MTT诊断急性脑梗死的AUC值为0.835、敏感度为64.29%、特异度为94.87%，TTP诊断急性脑梗死的AUC值为0.808、敏感度为85.81%、特异度为66.67%，其中CBV预测急性脑梗死患者预后的AUC值最高($P<0.05$)，见表4、图2。

2.5 影像资料 见图3。

表1 急性脑梗死患者脑梗死区和脑健侧区的CTP参数比较

组别	例数	CBV(mL/100gmin)	CBF(mL/100g)	MTT(s)	TTP(s)
脑梗死区	82	3.85±0.87	43.54±10.58	11.79±2.57	28.54±7.22
脑健侧区	82	5.93±1.25	85.82±18.23	5.68±1.24	22.86±5.98
t		12.335	18.164	19.390	5.486
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表2 急性脑梗死患者不同CTP参数诊断效能比较

参数	AUC(95%CI)	Z、P	约登指数	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
CBV	0.918(0.859-0.959)	15.128、<0.001	0.776	6.16(mL/100gmin)	95.52	82.09
CBF	0.971(0.926-0.976)	32.269、<0.001	0.896	55.71(mL/100g)	94.03	95.52
MTT	0.983(0.960-0.992)	109.33、<0.001	0.925	7.40(s)	95.52	97.01
TTP	0.776(0.696-0.843)	6.873、<0.001	0.463	25.14(s)	74.63	71.64

表3 预后良好和预后不良急性脑梗死患者的CTP参数比较

组别	例数	CBV(mL/100gmin)	CBF(mL/100g)	MTT(s)	TTP(s)
预后不良	34	3.85±0.87	40.05±7.98	13.3±3.2	30.13±5.36
预后良好	48	5.93±1.25	48.41±10.05	9.68±2.51	26.33±4.43
t		8.366	4.031	5.737	3.506
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 急性脑梗死患者不同CTP参数对预后的预测情况

参数	AUC(95%CI)	Z、P	约登指数	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
CBV	0.950(0.867-0.988)	18.978、<0.001	0.810	4.77(mL/100gmin)	96.43	84.62
CBF	0.813(0.699-0.898)	6.118、<0.001	0.518	47.52(mL/100g)	92.86	58.97
MTT	0.835(0.724-0.915)	6.106、<0.001	0.592	12.64(s)	64.29	94.87
TTP	0.808(0.693-.894)	5.779、<0.001	0.524	26.51(s)	85.81	66.67

3 讨论

急性脑梗死早期由于缺血会导致血流动力学参数发生变化，但是其脑组织坏死，组织结构尚未发生明显变化，使用常规的CT扫描无法观察到明显的病灶，当患者病情继续发展，脑组织发生明显形态变化时使用常规CT才可以发现病灶，因此常规CT无法用于早期急性脑梗死的诊断^[7-8]。而对于急性脑梗死患者而言，早诊断、早治疗至关重要，有研究表明^[9]，急性脑梗死患者发病后短时间内进行治疗有利于提高患者接受治疗的效果，并且有利于降低患者的残疾率和病死率。急性脑梗死主要是由于脑部血流供应

异常所致，其病因包括动脉粥样硬化、血栓等，发病时患者血流动力学参数表现异常，因此可以检测血流动力学参数来判断急性脑梗死^[10-11]。随着影像学技术的发展，CTP逐渐被应用于急性脑梗死患者的诊断中，它可以检测患者脑血流动力学参数的变化，并且CTP设备普及率较高，检测所用时间短，因此适宜用于急性脑梗死的诊断^[12]。

本文以急性脑梗死患者为研究对象，收集其影像资料，对其脑梗死区和脑健侧区进行分析，结果发现，急性脑梗死患者脑梗死区和脑健侧区的CBV、CBF、MTT以及TTP存在显著的差

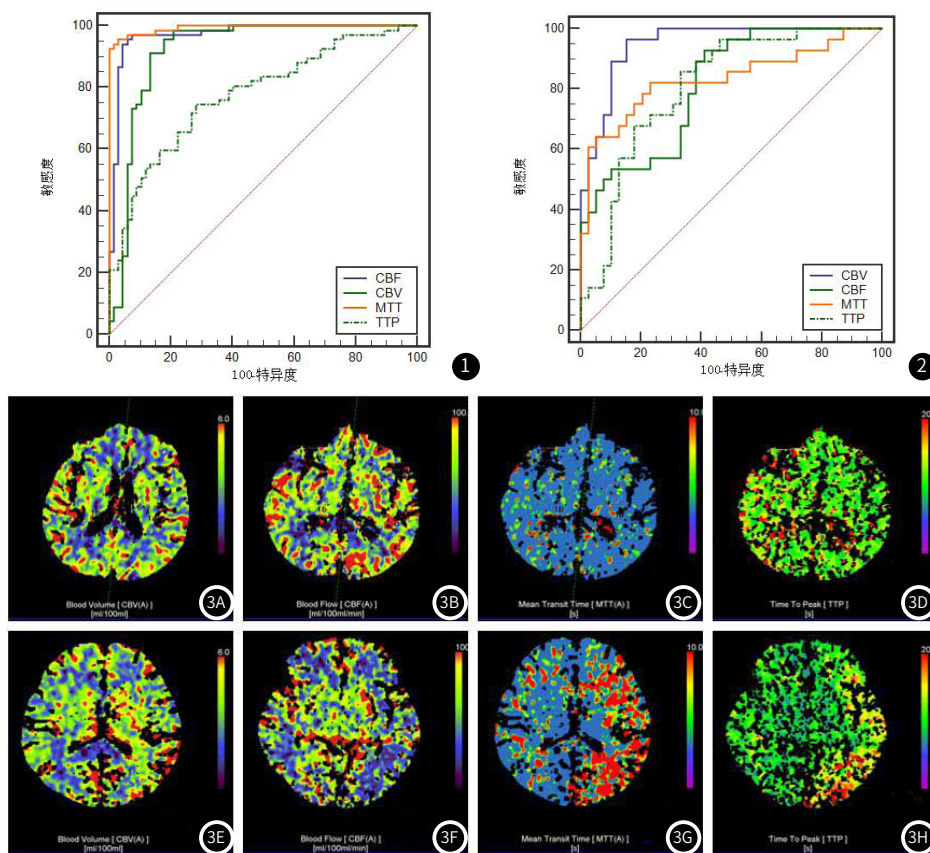


图1 急性脑梗死患者不同CTP参数诊断效能比较。图2 急性脑梗死患者不同CTP参数对预后的预测情况。图3 CTP不同参数CBV(图3A、图3E)、CBF(图3B、图3F)、MTT(图3C、图3G)以及TTP(图3D、图3H)影像资料图

异,提示CTP扫描参数CBV、CBF、MTT以及TTP可以用于判断急性脑梗死。进一步分析其诊断效能发现,CBV、CBF、MTT以及TTP均在急性脑梗死上有一定的诊断价值,其临界值分别为6.16mL/100gmin、55.71mL/100g、7.40s、25.14s,其中MTT诊断急性脑梗死的AUC值、敏感度以及特异度最高,提示在不同的CTP参数中,MTT的诊断价值最高。但是,值得注意的是,有研究表明,CTP参数CBV、CBF、MTT以及TTP容易受患者状况以及设备参数等影响,其差异较大,因此使用CTP参数对急性脑梗死患者进行评估时需要注意控制各种其它因素,避免产生较大误差^[13]。

对本研究中急性脑梗死患者预后进行随访调查发现,mRS评分0~2分的患者有48例,mRS评分为3~6分的患者有34例,提示急性脑梗死患者预后不良的概率较高,研究发现这可能与患者接受治疗的时间早晚有一定的关系^[14]。此外,还有研究发现,急性脑梗死患者预后情况的好坏也与其脑部血流灌注情况密切相关^[15],本研究发现,预后不良的急性脑梗死患者和预后良好的急性脑梗死患者的CBV、CBF、MTT以及TTP参数差异显著,因此认为患者脑梗死区的血流动力学参数可以评估其预后情况,分析发现,CBV、CBF、MTT以及TTP对于急性脑梗死患者的预后情况均存在一定的预测价值,其临界值分别为4.77mL/100gmin、47.52mL/100g、12.64s、26.51s,CBV预测患者预后的AUC值和敏感度最高,MTT预测患者预后的特异度最高,因此可以通过结合CTP扫描的不同参数来预测急性脑梗死患者预后情况。

综上所述,不同CTP参数可以用于诊断急性脑梗死,其中MTT诊断的敏感度和特异度最高,并且结合不同CTP参数在预测急性脑梗死患者预后情况上也有较好的敏感度和特异度。但由于本文所选的样本量较少,其结果可能存在一定的误差,此外由于本次研究属于单中心研究,所得结论可能存在一定的片面性,因此还需要收集更多样本,完善本文的相关研究。

参考文献

[1] Li W, Jin C, Vaidya A, et al. Blood pressure trajectories and the risk

- of intracerebral hemorrhage and cerebral infarction: a prospective study[J]. Hypertension, 2017, 70(3): 508-514.
- [2] 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卒中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.
- [3] 付志勇,王正刚,孙晓红.磁共振血管成像-扩散加权成像不匹配预测基底动脉闭塞型急性后循环脑梗死缺血半暗带的价值[J].中国脑血管病杂志,2019,16(11):587-592.
- [4] Zhang T, Wang Y, Ye P, et al. Three-dimensional computed tomography reconstructive diagnosis of snakebite-induced cerebral infarction[J]. J Xray Sci Technol. 2018, 26(1): 165-169.
- [5] Siegler JE, Rosenberg J, Cristancho D, et al. Computed tomography perfusion in stroke mimics[J]. Int J Stroke, 2020, 15(3): 299-307.
- [6] 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.中国急性缺血性卒中诊治指南2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.
- [7] 刘美洲,刘辉佳,富彦,等.双源双能量CT在鉴别急性缺血性脑梗死血运重建术后碘造影剂外渗和继发脑出血中的价值[J].实用医学杂志,2017,33(15):2569-2572.
- [8] 孙瑞,葛英辉.能谱CT对急性脑梗死介入术后颅内异常高密度影的鉴别诊断分析[J].中国全科医学,2019,22(6):731-734.
- [9] 韦丹,赵静,党超,等.一站式CT对预测急性脑梗死患者预后的评估价值[J].中山大学学报(医学科学版),2021,42(2):279-286.
- [10] Murayama K, Katada K, Hayakawa M, et al. Shortened mean transit time in CT perfusion with singular value decomposition analysis in acute cerebral infarction: quantitative evaluation and comparison with various CT perfusion parameters[J]. J Comput Assist Tomogr, 2017, 41(2): 173-180.
- [11] Malinova V, Tsogkas I, Behme D, et al. Defining cutoff values for early prediction of delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage by CT perfusion[J]. Neurosurg Rev, 2020, 43(2): 581-587.
- [12] Sakai Y, Delman B N, Fifi J T, et al. Estimation of ischemic core volume using computed tomographic perfusion[J]. Stroke, 2018, 49(10): 2345-2352.
- [13] 孙凤涛,张厚宁,禹璐,等.CT灌注成像参数在预测急性脑梗死溶栓后出血转化中的价值[J].中华老年心脑血管病杂志,2021,23(1):63-66.
- [14] 胡继川,龚雪琴.阿替普酶超早期静脉溶栓治疗急性脑梗死20例[J].中国老年学杂志,2012,32(9):1932-1933.
- [15] 曾旭,李唐,刘白鹭.CTA结合CTP对预测急性脑梗死患者静脉溶栓预后的价值[J].中国实验诊断学,2019,23(10):1734-1736.

(收稿日期: 2021-10-02)

(校对编辑: 阮靖)