

论 著

探讨CT灌注成像(CTP)联合CT血管造影(CTA)对短暂性脑缺血发作(TIA)患者进展为急性脑梗死(ACI)的预测价值*

张园园¹ 任思颢¹ 李盼盼¹
张新宇^{2,*}1.成都市第二人民医院 影像科
(成都 锦江 610017)2.成都市第二人民医院 神经外科
(成都 锦江 610017)

【摘要】目的 探讨CT灌注成像(CTP)联合CT血管造影(CTA)对短暂性脑缺血发作(TIA)患者进展为急性脑梗死(ACI)的预测价值。**方法** 选取本院2020年1月~2022年1月收治的80例TIA患者,所有患者均在入院24h内行CTP和CTA检查,根据患者发病后7d内是否发生ACI将其分为ACI组和非ACI组。对比ACI组和非ACI组CTP参数[脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、平均通过时间(MTT)、达峰时间(Tmax)]及CTA特征。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,分析CTP联合CTA对TIA患者进展为ACI的预测价值。**结果** TIA患者ACI发生率为16.25%(13/80);ACI组CBV、CBF均低于非ACI组($P<0.05$),MTT、Tmax均高于非ACI组($P<0.05$);ACI组血管狭窄程度高于非ACI组($P<0.05$);CBV、CBF、MTT、Tmax联合预测TIA患者进展为ACI的灵敏度、特异度和曲线下面积(AUC)分别为84.62%、88.06%和0.821,联合预测的AUC均高于单独预测;CTP和CTA联合预测TIA患者进展为ACI的灵敏度、特异度和AUC分别为100%、86.57%和0.939,联合预测的AUC均高于单独预测。**结论** CTP和CTA对TIA患者进展为ACI有一定的预测价值,但联合预测价值更高。

【关键词】 CT灌注成像; CT血管造影; 预测价值
短暂性脑缺血发作; 急性脑梗死;

【中图分类号】R814.43

【文献标识码】A

【基金项目】2021年度科研苗圃计划专项基金课题
编号或审批号:成二院科[2020]27号-16

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.009

To Explore The Predictive Value of CT Perfusion Imaging (CTP) Combined with CT Angiography (CTA) in The Progression of Acute Cerebral Infarction (ACI) in Patients with Transient Ischemic Attack (TIA)*

ZHANG Yuan-yuan¹, REN Si-xie¹, LI Pan-pan¹, ZHANG Xin-yu^{2,*}.

1. Imaging Department of Chengdu Second People's Hospital, Jinjiang 610017, Chengdu Province, China

2. Neurosurgery Department of the Second People's Hospital of Chengdu, Jinjiang 610017, Chengdu Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of CT perfusion imaging (CTP) combined with CT angiography (CTA) in predicting the progression of transient ischemic attack (TIA) to acute cerebral infarction (ACI). **Methods** 80 patients with TIA treated in our hospital from January 2020 to January 2022 were selected. All patients underwent CTP and CTA within 24 hours after admission. According to whether ACI occurred within 7 days after onset, they were divided into ACI group and non ACI group. CTP parameters [including cerebral blood volume (CBV), cerebral blood flow (CBF), mean transit time (MTT), time to maximum (Tmax)] and CTA characteristics were compared between ACI group and non ACI group. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive value of CTP combined with CTA in the progression of TIA patients to ACI. **Results** The incidence of ACI in TIA patients was 16.25% (13/80). CBV and CBF in ACI group were lower than those in non ACI group ($P<0.05$), and MTT and Tmax were higher than those in non ACI group ($P<0.05$). The degree of vascular stenosis in ACI group was higher than that in non ACI group ($P<0.05$). The sensitivity, specificity and area under the curve (AUC) of CBV, CBF, MTT and Tmax in predicting the progression of TIA patients to ACI were 84.62%, 88.06% and 0.821 respectively, and the AUC predicted by CBV, CBF, MTT and Tmax was higher than that predicted alone. The sensitivity, specificity and AUC of CTP combined with CTA in predicting the progression of TIA to ACI were 100%, 86.57% and 0.939 respectively, and the AUC predicted by CTP combined with CTA was higher than that predicted alone. **Conclusion** CTP and CTA have a certain predictive value for the progression of TIA patients to ACI, but the combined predictive value is higher.

Keywords: CT perfusion imaging; CT angiography; Transient ischemic attack; Acute cerebral infarction; Predictive value

短暂性脑缺血发作(transient ischemic attacks, TIA)是常见的缺血性脑血管疾病,多发于中老年人。TIA发病机制为椎-基底动脉或颈动脉系统短暂性血液供应不足,引起短暂的局灶性神经功能缺失^[1]。其临床表现为肢体麻木、失语、视力障碍等,持续时间短^[2]。临床研究表明^[3],TIA是急性脑梗死(acute cerebral infarction, ACI)的危险因素,TIA患者7d内进展为ACI的几率较高,但由于TIA症状在短时间内可完全缓解,易被患者及家属忽视,随着病情发展可严重威胁患者生命健康。因此,早期评估TIA患者发生ACI的风险程度,并采取治疗措施,对预防其进展为ACI具有重要意义。CT灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)可以评估早期脑组织血流灌注状况,操作方便。有研究报道^[4],CTP参数对预测TIA后发生ACI有重要价值。CT血管造影(CT angiography, CTA)可清晰显示动脉血流供应状态,获得血管狭窄程度。有研究显示^[5],CTA对预测TIA患者进展为ACI有一定的灵敏度。上述研究表明CTP和CTA均对TIA患者进展为ACI有预测价值,但二者单独预测时准确性仍有较大上升空间,而将CTP与CTA联合应用于TIA患者进展为ACI的预测中能否提高预测效能尚待进一步探索。鉴于此,本研究特对此进行探讨分析,旨在为临床防治提供支撑依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 经医院伦理委员会批准通过后,选取本院2020年1月至2022年1月收治的80例TIA患者作为研究对象,其中男47例,女33例,年龄35~82岁,平均年龄(64.27±4.63)岁;合并高血压者34例,合并糖尿病患者26例;颈内动脉系统TIA62例,椎-基底动脉系统TIA18例;临床表现:肢体麻木46例;眩晕48例;言语不清24例;视力障碍19例;TIA早期卒中风险程度评分^[6]:0~3分36例,4~5分29例,6~7分15例。

纳入标准:所有患者均符合TIA诊断标准^[7];经CT或MRI检查未出现脑梗死相关责任病灶。排除标准:肝、肾、肺等重大器官严重损伤者;既往有脑缺血性脑卒中遗留症或合并其它脑血管疾病者;有出血性疾病者;有恶性肿瘤及自身免疫性疾病者;合并精神疾病者;碘过敏者;严重感染性疾病者。

1.2 方法 CTP检查:患者在检查前6h禁水、禁食,取仰卧位,采用西门子第3代双源SOMATOM Drive CT进行检查,参数设置:120KV,300mA,重建层厚5mm,层间距5mm,矩阵512×512。使用双筒高压注射器经肘静脉注射非离子型碘对比剂40ml(碘帕醇,370mg/ml),氯化钠溶液50mL,注射速率5mL/s,延迟时间5s,数

【第一作者】张园园,女,副主任医师,主要研究方向:CT、MRI诊断。E-mail: pzxy979428406@163.com

【通讯作者】张新宇,男,副主任医师,主要研究方向:脑血管病及功能神经外科。E-mail: 353922710@qq.com

据采集43.35s。经SiemensSyngo.via工作站处理,计算脑血容量(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 maximum, Tmax)等参数值。

CTA检查:于CTP检查后5min行CTA,经肘静脉注入碘帕醇,用法用量与CTP检查一致,扫描范围从主动脉弓至头顶。参数设置:120KV,280mA,层厚设置0.75mm,层间距0.75mm。将原始数据传输至SiemensSyngo.via工作站进行图像后处理。CTA血管狭窄度根据北美症状性颈动脉狭窄试验法^[8]判定,通过后处理图像观察血管狭窄的位置及狭窄程度,测量血管最狭窄处管腔直径(N)与狭窄远端正常管腔直径(D),血管狭窄度 $= (1-N/D) \times 100\%$ 。多支血管狭窄分别计算各处血管狭窄度,取最狭窄的数值为结果。

TIA进展为ACI的诊断:TIA患者入院后,根据病情均给予他汀类药物及抗血小板聚集治疗,同时根据合并症情况进行针对性治疗。住院治疗期间,若患者出现局灶性神经功能缺损症状或急性脑梗死相关体征者,经磁共振扩散加权成像检查出现责任病灶或症状体征持续时间超过24h,在排除脑出血、非血管性病因后可判定为TIA进展为ACI^[9],根据TIA患者发病后7d内是否发生ACI将其分为ACI组和非ACI组。

1.3 观察指标 (1)TIA患者发病7d内进展为ACI的情况;(2)ACI组与非ACI组CTP参数比较;(3)ACI组与非ACI组CTA结果比较;(4)

CTP对TIA患者进展为ACI的预测价值,记录灵敏度、特异度、曲线下面积(AUC)和95%CI;(5)CTP和CTA对TIA患者进展为ACI的预测价值,记录灵敏度、特异度、AUC和95%CI。

1.4 统计学意义 将SPSS 26.0软件作为统计学工具,以t检验“ $\bar{x} \pm s$ ”形式计量资料,以 χ^2 检验“n/%”形式计数资料;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析CTP和CTA对TIA患者进展为ACI的预测价值, $P < 0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果

2.1 TIA患者发病7d内进展为ACI的情况 80例TIA患者发病后7d内有13例进展为ACI,ACI发生率为16.25%(13/80)。

2.2 ACI组与非ACI组CTP参数比较 ACI组CBV、CBF均低于非ACI组,Tmax、MTT均高于非ACI组($P < 0.05$),见表1。

2.3 ACI组与非ACI组CTA结果比较 ACI组血管狭窄程度高于非ACI组($P < 0.05$),见表2。

2.4 CTP对TIA患者进展为ACI的预测价值 CBV、CBF、MTT、Tmax联合预测TIA患者进展为ACI的灵敏度、特异度和AUC分别为84.62%、88.06%和0.821,联合预测的AUC高于单独预测,见表3、图1。

2.5 CTP和CTA对TIA患者进展为ACI的预测价值 CTP和CTA联合预测TIA患者进展为ACI的灵敏度、特异度和AUC分别为100%、86.57%和0.939,联合预测的AUC高于单独预测,见表4、图2。

2.6 经典病例图 见图1A-图1F。

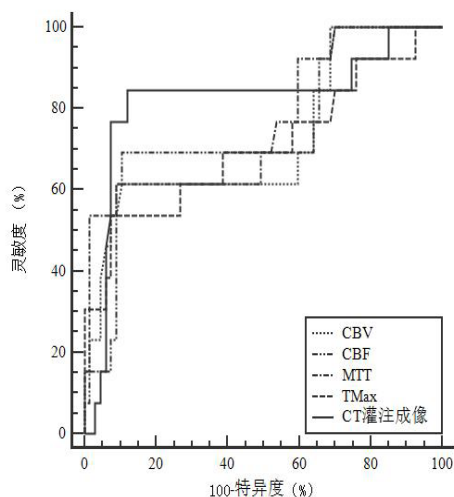


图1 CTP对TIA患者进展为ACI的ROC曲线

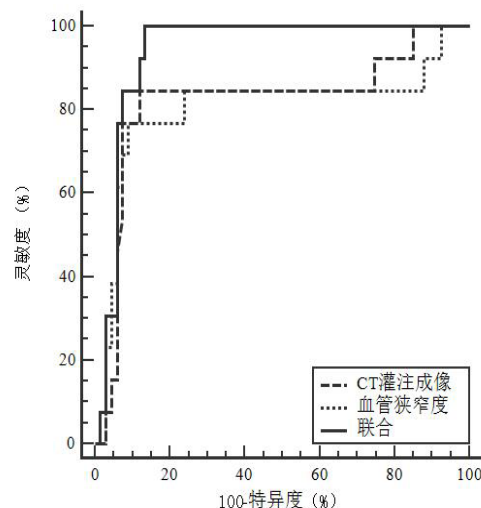
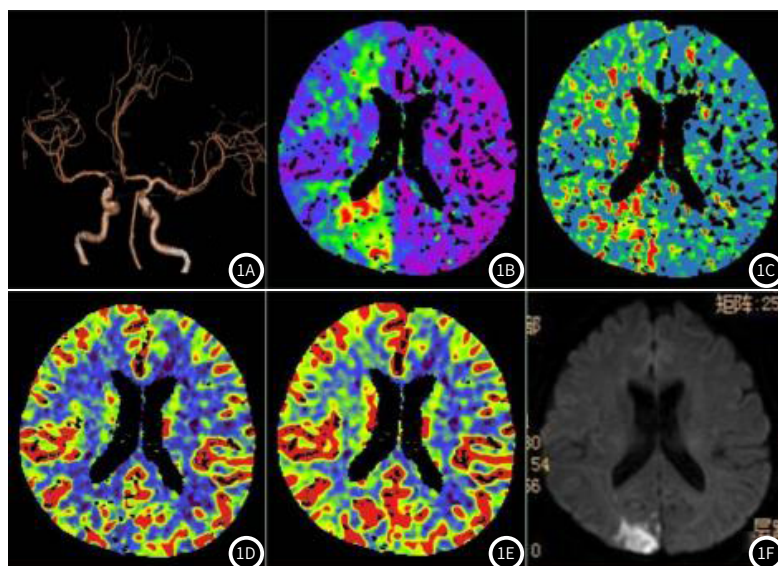


图2 CTP和CTA对TIA患者进展为ACI的ROC曲线



患者女,65岁,头痛半月,视物模糊,高血压,高脂血症,TIA;图1A 头颈部CTA示右侧颈内动脉C7段局限性重度狭窄,双侧完全性胚胎型大脑后动脉;图1B~图1E 右侧额顶枕叶Tmax(图1B)、MTT延长(图1C),CBF下降(图1D),CBV右侧额顶叶未见明显变化,右侧枕叶局部减低(图1E);图1F TIA后7天,DWI图示右侧枕叶急性脑梗死。

表1 ACI组与非ACI组CBV、CBF、MTT、Tmax对比

组别	n	CBV(mL/100g)	CBF(mL/min·100g)	MTT(s)	Tmax(s)
ACI组	13	2.19±0.45	21.87±4.93	6.52±2.34	12.54±4.82
非ACI组	67	3.70±0.39	56.03±5.64	4.30±1.38	9.65±1.86
t值		12.462	20.358	4.676	3.740
P值		0.000	0.001	0.000	0.000

表2 ACI组与非ACI组血管狭窄度情况对比

组别	n	血管狭窄程度(%)
ACI组	13	82.76±7.37
非ACI组	67	57.48±3.98
t值		17.882
P值		0.000

表3 CTP对TIA患者进展为ACI的预测价值

指标	灵敏度	特异度	AUC	95%CI
CBV(mL/100g)	61.54(8/13)	89.55(60/67)	0.724	0.613~0.818
CBF(mL/min·100g)	69.23(9/13)	89.55(60/67)	0.747	0.638~0.838
MTT(s)	61.54(8/13)	91.04(61/67)	0.763	0.655~0.851
Tmax(s)	53.85(7/13)	92.54(62/67)	0.706	0.593~0.802
联合	84.62(11/13)	88.06(59/67)	0.821	0.720~0.898

表4 CTP和CTA对TIA患者进展为ACI的预测价值

指标	灵敏度	特异度	AUC	95%CI
CTP	84.62(11/13)	88.06(59/67)	0.821	0.720~0.898
血管狭窄程度(%)	76.92(10/13)	91.04(61/67)	0.803	0.698~0.883
联合	100(13/13)	86.57(58/67)	0.939	0.862~0.980

3 讨论

TIA是由于短暂性脑供血不足引发的局灶性脑缺血，其临床特点具有突发性、短暂性和可逆性，且由于发病时间短，症状恢复快，易被忽视，患者未进行及时治疗而引发ACI，严重影响患者的生命健康^[10]。本研究中，80例TIA患者发病后7d内有13例进展为ACI，ACI发生率为16.25%，略低于路阳^[11]等报道的16.48%，可能与样本中个体差异有关，但均可证实TIA患者发病后有进展为ACI的风险。因此，对TIA患者发病后进展为ACI进行预测对指导临床防控具有积极意义。

CTP是一种计算器官血流量的数据处理技术，通过注入造影剂计算时间-密度曲线，根据多个灌注参数获得脑组织血流灌注情况^[12]。本研究结果显示，ACI组CBV、CBF均低于非ACI组，Tmax、MTT均高于非ACI组，说明ACI患者和非ACI患者CTP参数存在差异，提示CTP参数可能对ACI的发生具有一定的预测作用。CBV反映脑血管的容积情况，更能代表ACI发生位置及缺血程度；CBF能够评估脑循环储备能力，CBF严重下降时TIA患者出现脑电功能障碍，神经元代谢紊乱，大量离子流入细胞内使神经元发生不可逆的损伤，即发展为ACI^[13]。MTT是指血液自动脉端流至静脉端的循环时间，Tmax表示对比剂至脑内兴趣区达到峰值的时间。有研究表明^[14]，MTT和Tmax对脑灌注损伤较为敏感，可以在早期发现脑缺血性病变。TIA患者动脉血供不足，脑组织灌注压降低，当椎基底动脉或颈内动脉系统狭窄或闭塞时，脑灌注量进一步降低，脑血流量持续减少，则引发急性脑梗死，且在脑梗死急性期即使有血管代偿和侧支循环的形成，但血流速度减慢无法满足受累脑组织正常代谢需求，故MTT和Tmax明显延迟^[15]。本研究进一步通过ROC分析发现，CTP预测TIA患者进展为ACI的灵敏度、特异度和AUC分别为84.62%、88.06%和0.821，证实CTP对TIA患者进展为ACI具有一定预测效能。

CTA是一种非介入性血管成像技术，可以进行三维图像重构，直观性强，分辨率高，可准确评价动脉狭窄程度、部位。本研究对TIA患者行CTA检查，并对比有无ACI发生患者的动脉狭窄情况，发现ACI组血管狭窄程度高于非ACI组，说明ACI患者动脉血管狭窄程度较高，提示CTA可能对ACI的发生具有评估价值。TIA患者普遍存在动脉狭窄情况，当动脉狭窄程度超过50%，提示患者脑血管自身代偿能力下降，导致动脉供血不足，出现狭窄局部血流冲击粥样斑块，增加ACI的发生率^[16]。此外，CTA可显示血管内膜结构，管壁内膜越厚，狭窄程度越严重，发生ACI的风险越高^[17]。本研究通过ROC进一步分析CTP联合CTA对TIA患者进展为ACI的预测价值，结果显示联合预测的灵敏度和AUC分别为100%和0.939，均高于单独预测，特异度与单独预测对比未明显削弱，表明在预测TIA患者进展为ACI中，CTP联合CTA相比单项预测具有更高的效能。CTP和CTA均对TIA患者进展为ACI具有一定的预测价值，但二者联用具有一定的协同作用，能对脑组织血流灌注状态和供血动脉狭窄程度进行综合分析、评估，更为

全面、准确，减弱了其它干扰因素的影响，从而显著提高预测效能。因此，临床中可通过CTP联合CTA的一站式检查及时、准确的判断TIA患者疾病进展情况，以帮助临床医师制定合理的治疗方案。

综上所述，CTP及CTA均对TIA患者发病后进展为ACI具有一定预测价值，且联合预测效能更高，临床可针对CTP及CTA检查结果显示有TIA进展为ACI高风险的患者进行干预，以降低ACI发生率。

参考文献

- [1] Amarenco P. Transient Ischemic Attack [J]. N Engl J Med, 2020, 382(20): 1933-1941.
- [2] Xiong Y, Bath PM. Antiplatelet Therapy for Transient Ischemic Attack and Minor Stroke [J]. Stroke, 2020, 51(11): 3472-3474.
- [3] 王霞. 老年短暂性脑缺血发作患者血流动力学参数预测脑梗死的价值[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(7): 1371-1374.
- [4] 许涛, 郭静, 由秀, 等. 磁共振成像和CT对短暂性脑缺血发作患者的急性脑梗死诊断价值研究[J]. 中国医学装备, 2021, 18(1): 54-58.
- [5] 李振强, 马明辉, 郭子琪. 头颅CT血管造影联合磁共振血管造影对短暂性脑缺血发作后卒中的预测价值[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(6): 30-33.
- [6] 孙坤钰, 王丽, 赵凤丽, 等. ABCD2评分结合颅内血管狭窄对老年TIA早期进展为脑梗死评估价值研究[J]. 中华保健医学杂志, 2021, 23(3): 292-294.
- [7] 饶明俐, 王文志, 黄如训. 中国脑血管病防治指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 125-127.
- [8] Scheffler M, Pellaton A, Boto J, et al. Hemorrhagic plaques in mild carotid stenosis: the risk of stroke [J]. Can J Neurol Sci, 2021, 48(2): 218-225.
- [9] 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2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [10] Amarenco P, Denison H, Evans SR, et al. Ticagrelor added to aspirin in acute ischemic stroke or transient ischemic attack in prevention of disabling stroke: A Randomized Clinical Trial [J]. JAMA Neurol, 2020, 78(2): 1-9.
- [11] 路阳, 陆敏艳. ESRS评分结合弥散加权成像对TIA后继发脑梗死风险的预测价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(3): 190-194.
- [12] 吕沙沙, 曹萌萌. CT血管成像与CT灌注成像对急性缺血性脑卒中的诊断价值分析[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(5): 816-818.
- [13] Wang J, Zhang P, Tang Z. Animal models of transient ischemic attack: a review[J]. Acta Neurol Belg, 2020, 120(2): 267-275.
- [14] 张会文, 文建英, 李婷婷, 等. 多层螺旋CT灌注成像结合血管成像应用于诊断急性缺血性脑卒中的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(10): 11-12, 35.
- [15] 陈鹏军, 林桂涵, 卢陈英, 等. 低剂量双源CT颅脑灌注成像在超急性期脑梗死中的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(2): 112-118.
- [16] Yang D, Liu Y, Han Y, et al. Signal of carotid intraplaque hemorrhage on MR T1-Weighted Imaging: association with acute cerebral infarct [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2020, 41(5): 836-843.
- [17] 王凌. 头颈部联合血管超声在老年急性脑梗死患者颈动脉狭窄诊断中的应用[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(12): 2490-2493.

(收稿日期: 2022-12-07)

(校对编辑: 姚丽娜)