

论著

Features of Preoperative Brain CT Perfusion Imaging in Patients with Intracranial and Extracranial Artery Stenosis and Their Predictive Value on CHS after Stenting

ZENG Qing*, ZENG Xian-qiang, LI Yi, ZHANG Xiao-ya, WEN Chang-ming.

Department of Radiology, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To observe the features of preoperative brain CT perfusion imaging (CTP) in patients with intracranial and extracranial artery stenosis, and to analyze their predictive value on cerebral hyperperfusion syndrome (CHS) after stenting. **Methods** A retrospective analysis was performed on 136 patients with intracranial or extracranial artery stenosis admitted to our hospital from January 2017 to February 2019. All patients underwent unilateral vascular stenting and were given brain CTP at 1 week before surgery. The related parameters of brain CTP were obtained. **Results** The CBF of stenosis side of 90 patients with perfusion abnormalities was lower than that of normal side ($P<0.05$), and the MTT and TTP were longer than those of normal side ($P<0.05$), and there was no significant difference in the CBV between the two sides ($P>0.05$). Compared with before surgery, the rCBF was increased after stenting in 136 patients ($P<0.05$) while the rMTT and rTTP were decreased ($P<0.05$), and there was no significant difference in the rCBV ($P>0.05$). There were 7 cases (5.15%) of CHS among 136 patients after stenting, and there were no significant differences in the rCBF and rCBV between CHS patients and non-CHS patients ($P>0.05$), and the rMTT and rTTP of CHS patients were greater than those of non-CHS patients ($P<0.05$). The AUC values of preoperative rMTT and rTTP in predicting CHS after surgery were 0.730 and 0.821. **Conclusion** Brain CTP can accurately reflect the hemodynamic changes before and after stenting in patients with intracranial and extracranial artery stenosis. Preoperative rMTT and rTTP may have predictive value on the occurrence of CHS.

Keywords: CT Perfusion Imaging; Intracranial and Extracranial Artery Stenosis; Stenting; Cerebral Hyperperfusion Syndrome

颅内外动脉狭窄是缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作最主要的病因，我国每年新发脑卒中病例约200万，其中缺血性脑卒中约占70%，颅内外动脉的诊断和治疗已成为当下研究的热点^[1]。颅内血管介入治疗技术的应用开创了缺血性脑血管疾病的新纪元，国内外多家医学机构认为，症状性颅内外血管狭窄患者当血管狭窄程度大于50%，且规范药物治疗效果不理想时，可以建议选择颅内支架植入成形术^[2]。随着颅内支架植入成形术的广泛应用，其疗效和安全性已被证实，但仍不可避免的出现一些术后并发症，如脑过度灌注综合征(cerebral hyper perfusion syndrome, CHS)^[3]。脑血管代偿机制较复杂，在支架成形术前需充分地了解脑血流的灌注状况，而CT灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)可准确反映脑血流异常灌注情况，对预测CHS、制定治疗方案及手术效果的评估提供客观依据^[4]。本研究以136例颅内外狭窄患者为研究对象，观察术前CTP成像特点，并分析CTP参数对术后发生CHS的预测价值，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年1月至2019年2月我院收治的颅内或颅外动脉狭窄患者136例，其中男性75例，女性61例；平均年龄(62.49±10.72)岁。

纳入标准：年龄>40岁；经脑血管造影(DSA)确诊为单侧颅内或颅外动脉狭窄，无症状患者血管狭窄程度>70%，症状性患者血管狭窄程度>50%；规范药物治疗无效，近3个月内发生与责任血管相关的缺血性事件，如缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作(TIA)；选择血管支架成形术，无手术禁忌证者；意识清醒，能按指令完成动作，配合

颅内外动脉狭窄患者术前脑CT灌注成像特点及其对支架成形术后发生CHS的预测价值

曾庆* 曾宪强 李义

张晓亚 温昌明

南阳市中心医院放射科(河南 南阳 473000)

【摘要】目的 观察颅内外动脉狭窄患者术前脑CT灌注成像(CTP)特点，并分析其对支架成形术后发生脑过度灌注综合征(CHS)的预测价值。**方法** 回顾性分析2017年1月至2019年2月我院收治的颅内或颅外动脉狭窄患者136例，患者均行单侧血管支架成形术，术前1周进行脑CTP检查，获取脑CTP的相关参数。**结果** 90例灌注异常患者狭窄侧CBF低于正常侧($P<0.05$)，MTT、TTP均长于正常侧($P<0.05$)，两侧CBV无明显差异($P>0.05$)；与术前比较，136例患者支架成形术后发生CHS 7例(5.15%)，CHS患者与非CHS患者rCBF、rCBV比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，CHS患者rMTT、rTTP均大于非CHS患者($P<0.05$)；术前rMTT、rTTP预测患者术后发生CHS的AUC分为0.730、0.821。**结论** 脑CTP能准确反映颅内外狭窄患者支架成形术前后的血流动力学变化，术前rMTT、rTTP对CHS的发生可能具有一定预测价值。

【关键词】 CT灌注成像；颅内外动脉狭窄；支架成形术；脑过度灌注综合征

【中图分类号】 R445.3; R651.1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.05.016

【第一作者】曾庆，男，副主任医师，主要研究方向：放射学。E-mail: dagangmaod@163.com

【通讯作者】曾庆

相关检查。排除标准：有脑卒中病史，有严重神经功能缺损，严重残疾，生活无法自理者；影像学检查显示责任血管完全闭塞者；严重心、肺功能障碍者；合并颅内肿瘤、颅内动脉瘤、放射性脑病等脑部疾病者；合并其他重要脏器严重疾病者。

1.2 方法

1.2.1 CTP扫描 所有患者于血管支架成形术前1周内进行脑CTP检查，使用双源CT机，先行常规CT平扫，然后使用双筒高压注射器，经肘静脉注射碘海醇[300mg(I)/mL]，注射速度5mL/s，总量45mL，管电压80kV，管电流209mA，矩阵512×512，视野25cm，层厚12mm，延迟时间4s，总扫描时间40s。

1.2.2 图像后处理及参数采集 将扫描图像传输至西门子工作站的Neuro PCT软件，生成CTP参数图像，病变区的各相对参数值为病变侧参数值与对侧正常参数的比值，计算相对脑血流量(rCBF)、相对脑血容量(rCBV)、相对对比剂达峰时间(rTTP)、相对血流通过时间(rMTT)。

1.3 术后CHS监测 术后出现剧烈头痛、恶心等症状，同时伴有感觉退化、癫痫、局灶神经症状中的一条，且经影像学检查排除新发缺血病灶，判定为CHS。

1.4 统计学方法 所有数据输入SPSS 20.0软件进行统计学处理，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较行独立样本t检验，手术前后比较行配对t检验；计数资料以[n(%)]表示，两组间比较行 χ^2 检验， $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 90例灌注异常患者术前狭窄侧与正常侧CTP参数比较 90例灌注异常患者狭窄侧CBF低于正常侧($P<0.05$)，MTT、TTP均长于正常侧($P<0.05$)，两侧CBV无明显差异($P>0.05$)，见表1。

表1 90例灌注异常患者术前狭窄侧与正常侧CTP参数比较

组别	CBF[mL/(100mL/min)]	CBV(mL/100mL)	MTT(s)	TTP(s)
狭窄侧(n=90)	70.38±11.26	4.98±1.59	7.46±2.38	7.03±1.65
正常侧(n=90)	95.45±13.51	5.31±1.67	5.52±1.33	5.76±1.29
t值	13.523	1.358	6.750	5.753
P值	0.000	0.176	0.000	0.000

2.2 136例患者支架成形术前后CTP参数比较 与术前比较，136例患者支架成形术后rCBF增大($P<0.05$)，rMTT、rTTP均减小($P<0.05$)，rCBV无明显差异($P>0.05$)，见表2。

表2 136例患者支架成形术前后CTP参数比较

组别	rCBF	rCBV	rMTT	rTTP
术前(n=136)	0.86±0.25	0.96±0.27	1.21±0.35	1.17±0.32
术后(n=136)	0.95±0.29	0.98±0.30	1.04±0.28	1.06±0.29
t值	3.887	0.818	6.294	4.206
P值	0.000	0.414	0.000	0.000

2.3 CHS患者与非CHS患者术前CTP参数比较 136例患者支架成形术后发生CHS 7例(5.15%)，CHS患者与非CHS患者rCBF、rCBV比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，CHS患者rMTT、rTTP均大于非CHS患者($P<0.05$)，见表3。

表3 CHS患者与非CHS患者术前CTP参数比较

组别	n	rCBF	rCBV	rMTT	rTTP
CHS	7	0.84±0.09	0.95±0.08	1.08±0.12	1.02±0.10
非CHS	129	0.86±0.20	0.96±0.16	1.22±0.17	1.18±0.19
t值		0.262	0.164	2.146	2.206
P值		0.793	0.870	0.034	0.029

2.4 术前rMTT、rTTP对患者术后发生CHS的预测价值 术前rMTT、rTTP预测患者术后发生CHS的AUC分别为0.730、0.821，见表4及图1。

表4 术前rMTT、rTTP对患者术后发生CHS的预测价值

变量	AUC	SE	95%CI
rMTT	0.730	0.073	0.648~0.803
rTTP	0.821	0.055	0.746~0.881

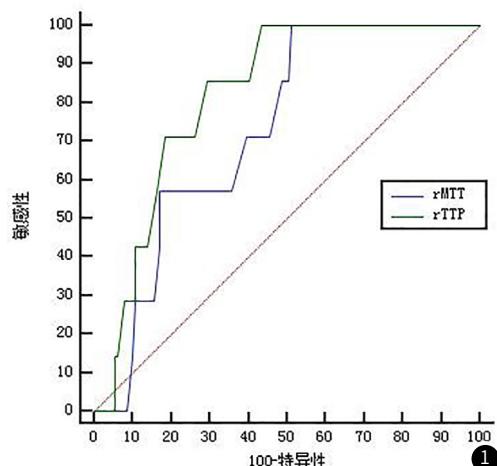


图1 术前rMTT、rTTP预测患者术后发生CHS的ROC曲线

2.5 典型病例影像分析 典型病例影像分析结果见图2。

3 讨论

颅内外动脉狭窄是脑缺血的主要原因，报道显示TIA患者约有26%在2年内发生缺血性脑卒中，约有40%在5年内发生缺血性脑卒中，因此，从理论上讲，控制TIA及预防缺血性脑卒中当从解除颅内外动脉狭窄入手^[5]。随着血管内支架技术的发展，颅内血管支架植入成形术已被证实是治疗颅动脉狭窄的有效手段之一^[6]。颅内外血管狭窄会引起脑血流动力学变化，而脑血流动力学变化可直接反映脑缺血程度，CTP参数图像可准确反映血流动力学变化情况，故常用于颅内外动脉狭窄患者支架成形术前血流灌注状况及术后改善情况的评估，但CTP绝对灌注参数受外界影响较大，为提高结果准确性，本研究主要选用的是相对灌注参数^[7-8]。

本研究结果显示，136例颅内外血管狭窄患者中，术前有90例出现灌注异常，灌注异常患者狭窄侧CBF低于正常侧，MTT、TTP均长于正常侧，两侧CBV无明显差异。颅内外动脉狭窄患者是否出现血流灌注异常与脑血管侧支建立情况密切相关，MTT是反映脑灌注损伤的敏感性指标，可预示早期脑缺血性病变^[9]。相波等^[10]研究表明，脑梗死伴颈动脉重度狭窄患者颞叶、基底节区、额叶CBF低于对照组，MTT、CBV、TTP均高于对照组。与术前比较，患者支架成形术后rCBF增大，rMTT、rTTP均

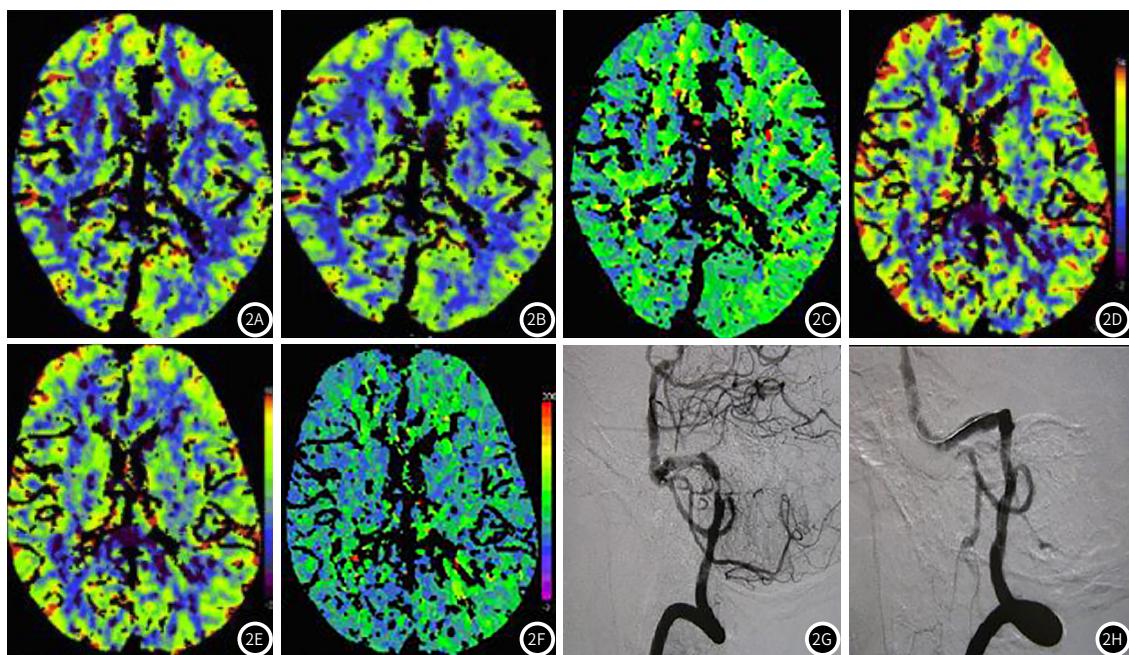


图2 左侧椎动脉狭窄支架成形术前后CTP图像。图2A~图2C: 分别为术前CBF、CBV、TTP图; 图2D~图2F: 分别为术后CBF、CBV、TTP图; 图2G~图2H: 为DSA图像。

减小, rCBV无明显差异; 说明支架成形术能有效提高患者脑灌注血流量。

CHS是在脑过度灌注基础上出现头痛、癫痫、灶性神经功能缺损等症状, 影像学表现为颅内水肿、颅内出血, CHS的发生率较低, 约0.3%~3.58%, 但其会明显增加患者术后死亡率^[11]。正常情况下, 脑血管平滑肌可根据血压的波动进行收缩或扩张, 以发挥其脑血流自主调节功能; 当颅动脉狭窄到一定程度时, 狹窄侧脑组织长期处于低灌注状态, 脑小动脉呈扩张状态, 支架成形术后狭窄解除, 狹窄侧脑血流量明显增加, 而长期呈扩张状态的脑小动脉仍缺乏正常的自主调节功能, 不能正常收缩, 导致狭窄侧血流速度持续升高, 灌注压急剧上升, 突破血-脑脊液屏障, 而支架成形术可导致压力感受器反射缺失, 机体不能对过高血压进行有效应对, 脑灌注增加, 最终导致CHS^[12-13]。本研究发现, 136例患者支架成形术后发生CHS 7例(5.15%), CHS患者与非CHS患者rCBF、rCBV比较, 差异无统计学意义, CHS患者rMTT、rTTP均大于非CHS患者。rMTT是指血流通过感兴趣脑组织所需的平均时间, rTTP可反映对比剂的循环情况, CHS患者rMTT、rTTP均有不同程度的增大^[14]。ROC曲线分析显示, 术前rMTT、rTTP预测患者术后发生CHS的AUC分别为0.730、0.821; 提示术前rMTT、rTTP对术后发生CHS可能具有一定预测价值。

综上所述, 脑CTP能准确反映颅内外狭窄患者支架成形术前后的血流动力学变化, CHS患者rMTT、rTTP均有不同程度的增大, 术前rMTT、rTTP可在一定程度上预测患者术后发生CHS的风险。

参考文献

- 何小辉, 周楷, 孟召友, 等. 缺血性脑卒中患者颅内外动脉狭窄的分布及危险因素分析 [J]. 局解手术学杂志, 2019, 28(3): 30-34.
- 唐诗玲, 曲桂艳. 血管内支架置入术与强化药物治疗对症状性颅内动脉狭窄患者远期预后影响的对比研究 [J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2017, 25(9): 68-71.
- 张广, 朱仕逸, 季智勇, 等. 脑过度灌注综合征研究进展 [J]. 中国现代神经疾病杂志, 2017, 17(12): 869-873.
- 陈生, 金平, 吴章松, 等. CT灌注成像技术对颈动脉狭窄支架置入术的疗效评价 [J]. 蚌埠医学院学报, 2017, 42(3): 313-316.
- An D, Zhang J, Tang X, et al. Association of ATP2B1 common variants with asymptomatic intracranial and extracranial large artery stenosis in hypertension patients [J]. Clin Exp Hypertens, 2019, 41(4): 323-329.
- Jin H, Peng Q, Nan D, et al. Prevalence and risk factors of intracranial and extracranial artery stenosis in asymptomatic rural residents of 13 villages in China [J]. BMC Neurol, 2017, 17(1): 136.
- 汪宁, 张保朝, 温昌明. 64层CT脑灌注成像在颈内动脉狭窄支架植入治疗疗效中的应用价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(3): 66-68.
- Li M, Huang Y, Lin H, et al. Association of uric acid with stenosis of intracranial and extracranial arteries in elderly patients with cerebral infarction [J]. Neurol Sci, 2019, 40(5): 957-961.
- 王菁, 解燕昭, 刘云娥, 等. 血管内支架介入与药物治疗症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄的临床效果 [J]. 中国医药, 2018, 13(12): 86-90.
- 相波, 丁晓洁, 王晓青, 等. CTA对脑梗死伴颈动脉狭窄患者脑血流动力学改变评估作用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(1): 26-29.
- 韩庆东, 周鹏, 陈劲草, 等. 颈动脉内膜剥脱术后脑过度灌注综合征临床分析 [J]. 临床外科杂志, 2017, 25(3): 201-203.
- Hashimoto T, Matsumoto S, Ando M, et al. Cerebral hyperperfusion syndrome after endovascular reperfusion therapy in a patient with acute internal carotid artery and middle cerebral artery occlusions [J]. World Neurosurg, 2018, 11(2): 145-151.
- 韩玉惠, 钟耀艺. 支架成形术治疗颈动脉颅外段狭窄对脑卒中预后的影响 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2018, 16(3): 380-383.
- 崔勇, 金光玉, 孙胜军, 等. 颈动脉狭窄患者术前CT灌注成像特点及临床意义研究 [J]. 中国全科医学, 2018(2): 2997-3000.

(收稿日期: 2019-10-25)